

Estrutura de prática na aquisição de uma tarefa de timing coincidente com desaceleração do estímulo visual

João de P. Pinheiro
Umberto C. Corrêa

Laboratório de Comportamento Motor
Escola de Educação Física e Esporte
Universidade de São Paulo
Brasil

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi investigar os efeitos de diferentes estruturas de prática na aquisição de uma tarefa de timing coincidente com desaceleração do estímulo visual. Participaram do estudo 56 crianças divididas em quatro grupos experimentais: prática constante, prática aleatória, prática constante-aleatória e prática aleatória-constante. O instrumento utilizado foi o aparelho de timing coincidente em tarefas complexas. A tarefa foi tocar cinco alvos em uma ordem pré-estabelecida em integração a um estímulo visual. O estudo teve duas fases de aprendizagem: estabilização e adaptação. Foram utilizadas como medidas de desempenho global os erros absoluto, variável e constante e, como medidas relacionadas ao padrão de execução, o timing relativo e o tempo total de movimento. Os resultados mostraram os grupos de prática aleatória e aleatória-constante tiveram desempenhos mais consistentes do que o grupo de prática constante. Observou-se, também, que na fase de adaptação esse último modificou seu padrão de movimento em relação à micro-estrutura enquanto que os outros modificaram a macro-estrutura. Pôde-se concluir que as práticas aleatória e aleatória-constante possibilitaram melhor adaptação do que a prática constante.

Palavras-chave: estrutura de prática, aquisição de habilidades motoras, timing coincidente, desaceleração do estímulo visual.

ABSTRACT

Practice schedule in the acquisition of a coincident timing task with deceleration of the visual stimulus

The aim of the present study was to investigate the effect of different practice schedules in the acquisition of a coincident timing task with deceleration of the visual stimulus. Participants were 56 children distributed in four experimental groups of practice: constant, random, constant-random, and random-constant. The instrument was an apparatus of coincident timing for complex tasks. The task consisted of touching five response keys sequentially in integration to a visual stimulus. The study was composed by two phases of learning: stabilization and adaptation. Measures of global performance were absolute, variable, and constant errors; on the other hand, measures related to the pattern of execution were the relative timing and the total time of movement. The results showed that the groups of random practice and random-constant practice had more consistent performances than the group of constant practice. In addition, it was observed that, in the adaptation phase, the group of constant practice modified its micro-structure while the other groups modified their macro-structure. It can be concluded that random and random-constant practice schedules led to better adaptation than constant practice, since these schedules enabled the formation of a more flexible macro-structure.

Key-words: practice schedule, motor skill acquisition, coincident timing, deceleration of the visual stimulus.

INTRODUÇÃO

Um dos aspectos mais intrigantes de seres humanos refere-se a sua notável capacidade de realizar comportamentos habilidosos, isto é, realizar acções motoras com precisão, consistência e com o mínimo dispêndio de tempo e energia. A consideração de que esse comportamento é fruto de aprendizagem e, portanto, tem a prática como um elemento fundamental, por muitos anos tem instigado pesquisadores a investigarem os efeitos de diferentes formas de estruturação da prática na aprendizagem de habilidades motoras.

Várias formas de organizar a prática têm sido especuladas nas pesquisas como, por exemplo, aquelas denominadas de constante, variada aleatória, variada por blocos, variada seriada e mista, sendo que a maior parte das investigações têm sido feitas vinculadas, principalmente, à teoria de esquema⁽¹⁵⁾ e ao princípio de interferência contextual⁽²⁾.

Contudo, nos últimos anos essas pesquisas e, por conseguinte, os *backgrounds* teóricos, têm recebido algumas críticas⁽⁸⁾, dentre as quais destaca-se aquela relativa às mesmas caracterizarem modelos de equilíbrio e, como tal, focalizam a aquisição de habilidades motoras apenas como um processo de estabilização da performance. Em outras palavras, nessas pesquisas a aquisição de habilidades motoras como um processo contínuo é negligenciada. Den Brinker et al.⁽⁹⁾ sugerem que as explicações acerca da eficácia da prática variada aleatória na aquisição de habilidades motoras têm se remetido a indivíduos em estágios avançados de aprendizagem. É importante destacar que, embora tenham havido recentes proposições sobre a aprendizagem de habilidades motoras, que avançam as proposições de Schmidt e Battig, como aquelas de Guadagnoli e Lee⁽¹¹⁾ e Shea e Wulf⁽¹⁶⁾, elas continuam a caracterizar modelos de equilíbrio.

Por utilizarem processos baseados em *feedback* negativo ou mecanismo de neutralização do erro, modelos de equilíbrio são capazes de explicar a formação e a manutenção de uma estrutura, mas são incapazes de explicar como, a partir dessa estrutura, outras são formadas. Em termos de aprendizagem motora, modelos de equilíbrio são incapazes de explicar como é que novas habilidades são formadas a partir daquelas já existentes.

Recentemente, a consideração das limitações de modelos de equilíbrio tem conduzido pesquisadores a investigar a estruturação da prática na aprendizagem motora com base de um modelos de não equilíbrio de aprendizagem motora^(1, 4, 5, 6, 10, 12, 13, 18).

Um aspecto dessas pesquisas que tem chamado a atenção é que com excepção de uma⁽¹⁸⁾, elas foram realizadas utilizando-se de uma tarefa de timing coincidente. Tarefas dessa natureza, isto é, que envolvem a execução de movimentos em integração a estímulos visuais ou objectos em movimento, têm sido intensamente utilizadas nos campos da Aprendizagem e Controle Motor. A grande utilização desse tipo de tarefa deve-se à mesma possibilitar a simulação de muitas habilidades executadas no mundo real como, por exemplo, em esportes com bola⁽¹⁹⁾.

Um outro aspecto que chama a atenção é que nas citadas pesquisas^(1, 4, 5, 6, 10, 12, 13, 18) a tarefa de timing coincidente foi manipulada em termos de velocidade constante do estímulo visual. Porém, como se sabe, no mundo real a sincronização do indivíduo raramente ocorre com objectos em movimento em velocidade constante⁽³⁾. Por exemplo, no futebol, em qualquer que seja o chute, a bola muda em termos de aceleração durante sua trajetória; o mesmo ocorre no voleibol com passes, saques e cortadas; no tênis; no basquetebol; etc. Sendo assim, entendeu-se que havia a necessidade de investigar a aquisição de habilidades motoras em diferentes estruturas de prática utilizando-se de tarefas de timing coincidente com estímulo visual em diferentes acelerações. É importante destacar, também, que recentemente a literatura tem mostrado evidências de diferentes desempenhos em tarefas de timing coincidente em função da característica do estímulo visual, isto é, desaceleração *versus* velocidade constante⁽¹⁴⁾.

A partir do exposto, o presente estudo teve por objectivo investigar os efeitos de diferentes estruturas de prática na aquisição de habilidades motoras utilizando-se de uma tarefa de timing coincidente com desaceleração do estímulo visual.

MÉTODO

Sujeitos

Participaram do estudo 56 crianças voluntárias de ambos os sexos, com idade de 12 anos ($\pm 1,0$), sem experiência prévia na tarefa utilizada, distribuídas

aleatoriamente em quatro grupos experimentais. Os dados foram colectados em uma escola pública brasileira. Foi pedida autorização prévia por escrito dos responsáveis pelas crianças. Essa pesquisa teve aprovação do Comitê de Ética da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, Brasil.

Tarefa e equipamento

A tarefa consistiu em tocar cinco alvos em uma ordem pré-estabelecida em integração a um estímulo visual. Para tanto foi utilizado o aparelho de timing coincidente em tarefas complexas⁽⁷⁾ descrito a seguir e ilustrado na Figura 1. Ele é composto por uma canaleta com 100 diodos dispostos a uma distância de 1 cm uns dos outros; uma mesa de madeira sobre a qual ficam instalados os sensores; um computador com um *software* que possibilitava o controle do aparato.

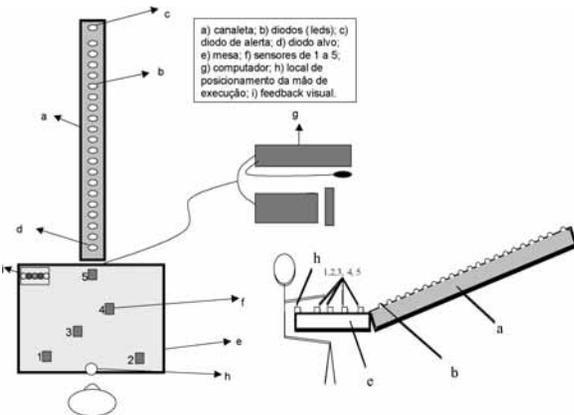


Figura 1. Ilustração do aparelho de timing antecipatório em tarefas complexas (Corrêa & Tani, 2004).

Delineamento experimental

Os participantes foram distribuídos aleatoriamente em quatro grupos (n= 14), conforme a estrutura de prática: constante, aleatória, constante-aleatória e aleatória-constante. O estudo foi realizado em duas fases: estabilização, na qual foram realizadas 72 tentativas de acordo com a situação experimental de cada grupo e, adaptação, com 36 tentativas em uma mesma situação para todos os grupos. Todos os grupos executaram a tarefa numa mesma ordem de toques nos sensores (1-2-4-3-5) em ambas as fases do experimento.

Na fase de estabilização as crianças do grupo de prática constante executaram todas as tentativas em apenas uma desaceleração do estímulo visual (-0,87 m/s²); as crianças do grupo de prática aleatória executaram todas as tentativas com a variação aleatória de três desacelerações do estímulo visual (-0,87 m/s², -0,73 m/s², e -0,89 m/s²); as crianças do grupo de prática constante-aleatória executaram a primeira metade das tentativas da mesma forma que o grupo de prática constante (-0,87 m/s²), e as tentativas posteriores em três desacelerações do estímulo (-0,87 m/s², -0,73 m/s², -0,89 m/s²) aleatoriamente, ou seja, semelhante ao grupo de prática aleatória; e, ao contrário do grupo de prática constante-aleatória, as crianças do grupo de prática aleatória-constante executaram a primeira metade das tentativas variando aleatoriamente a desaceleração do estímulo (-0,87 m/s², -0,73 m/s², -0,89 m/s²), e as tentativas posteriores em apenas uma desaceleração do estímulo visual (-0,87 m/s²). Na fase de adaptação, todos os grupos executaram as tentativas em uma mesma desaceleração do estímulo visual (-0,86 m/s²), diferente daquelas praticadas na fase de estabilização. Os valores da desaceleração foram calculados utilizando a seguinte equação:

$$v = v_0 + \alpha t,$$

onde *v* é a velocidade final;
*v*₀ é a velocidade inicial;
 α é a aceleração;
 e *t* é o tempo.

Para o valor de desaceleração de -0,87 m/s², a velocidade inicial foi de 2,24 m/s e a velocidade final foi de 1,12 m/s. Para o valor de desaceleração de -0,73 m/s², a velocidade inicial foi de 2,24 m/s e a velocidade final foi de 1,44 m/s. Já na desaceleração de -0,89 m/s², a velocidade inicial foi de 2,24 m/s e a velocidade final foi de 0,92 m/s. E, para a desaceleração de -0,86 m/s², a velocidade inicial foi de 2,24 m/s e a velocidade final foi de 0,75 m/s.

Procedimentos

O indivíduo foi posicionado de frente para o aparelho, em pé, de forma que seu abdômen ficasse à altura da mesa, e que ele pudesse tocar todos os sensores sem restrições. Também foi verificada a possibilidade de o indivíduo tocar os alvos sem apoiar-se, ou debruçar-se sobre a mesa. Considerados esses

aspectos, foram dadas explicações sobre o aparelho e a tarefa. Primeiramente, foram dadas explicações sobre a canaleta, posicionada à frente da criança, num ângulo de 30°, e foi mostrado o seu funcionamento. Também foram dadas informações sobre os sensores e o computador. Em seguida, a tarefa foi explicada: o experimentador informou à criança que ela deveria colocar sua mão sobre a mesa, numa marca determinada, e dirigir seu olhar para o diodo de alerta. A partir do início do movimento do estímulo luminoso, a criança deveria tocar os sensores com a ponta dos dedos, fazendo com que o último toque (alvo nº 5) coincida com o acendimento da lâmpada alvo. Para todos os indivíduos foram apresentadas analogias com ações esportivas, como por exemplo, a rebatida no tênis, o saque e a cortada no voleibol. Após essas explicações, o experimentador verificou a compreensão da tarefa por parte das crianças e permitiu que ela executasse a sequência de toques até cinco vezes para reforçar seu entendimento. O experimentador informou à criança que após cada tentativa ela deveria colocar sua mão novamente na marca determinada, e que lhe seriam dadas informações sobre o seu desempenho (conhecimento de resultados). O conhecimento de resultados (CR) foi fornecido da seguinte maneira: até ± 50 ms de diferença entre a chegada do estímulo visual e o toque do indivíduo no sensor alvo (nº 5), a resposta foi considerada “certa”; entre ± 50 ms e ± 100 ms, o CR fornecido foi “um pouco antes” ou “um pouco depois” (dependendo se o indivíduo tocou o sensor alvo antes da chegada do estímulo visual ou depois); e acima de ± 100 ms, o CR fornecido foi “muito antes” ou muito depois” (dependendo se o indivíduo tocou o sensor alvo antes da chegada do estímulo visual ou depois). O intervalo entre cada execução foi de aproximadamente 6 segundos. Ao término da fase de estabilização, o experimentador explicou à criança que a desaceleração do estímulo iria mudar, e que na próxima fase o seu desempenho não iria ser informado. Em seguida a fase de adaptação foi iniciada.

Medidas

Foram utilizadas como medidas de desempenho os erros absoluto, variável e constante, respectivamente, precisão, consistência e direção do desempenho. Também foram utilizadas duas medidas relativas a

organização do padrão de movimento: timing relativo e tempo total de movimento. O timing relativo (proporção de cada componente em relação ao tempo total de movimento) foi utilizado como medida da macro-estrutura do padrão de movimento, enquanto que o tempo total de movimento (tempo gasto para executar a tarefa) foi utilizado como medida da micro-estrutura.

Os dados foram analisados em blocos de nove tentativas. Para os erros absoluto, variável e constante foi conduzida para cada grupo, na fase de estabilização, uma análise de variância (ANOVA *one-way*) para verificar o comportamento de cada grupo na sua situação experimental. E, na fase de adaptação foi realizada uma análise de variância a dois factores (4 grupos x 5 blocos de tentativas), com medidas repetidas no segundo fator (ANOVA *two-way*), para comparar os efeitos das diferentes estruturas de práticas. Para esta análise foram considerados o último bloco da fase de estabilização e os quatro blocos de tentativas da fase de adaptação. O teste *post-hoc* de Tukey identificou a localização das diferenças significativas. O timing relativo foi analisado em termos de magnitude, por meio da média aritmética de blocos de nove tentativas. Foi efectuada uma análise de variância multivariada (MANOVA) para se verificar como foi a adaptação dos componentes, sendo que foram utilizados os dados de cada componente do último bloco de tentativas da fase de estabilização, e dos quatro blocos da fase de adaptação – os blocos foram comparados um a um separadamente - (5 componentes x 2 blocos de tentativas). Foi feita uma análise univariada para identificar quais componentes apresentaram diferenças significativas.

O tempo total de movimento foi analisado com relação a sua variabilidade, que reflete a consistência na micro-estrutura da habilidade. Essa medida foi calculada por meio do desvio padrão do tempo total de realização da tarefa em blocos de nove tentativas. Efectuou-se, com as medidas relacionadas à micro-estrutura na fase de estabilização uma análise de variância (ANOVA *one-way*) para cada grupo, para se verificar o seu comportamento em cada condição de prática. E na fase de adaptação efectuou-se uma análise de variância a dois factores (4 grupos x 5 blocos de tentativas), com medidas repetidas no segundo factor (ANOVA *two-way*). O teste *post-hoc* de Tukey identificou a localização das diferenças significativas.

RESULTADOS

Erro absoluto

Ao observar a Figura 2 nota-se que todos os grupos diminuíram o erro absoluto durante a fase de estabilização. Essa observação foi confirmada pelas ANOVAS. Para o grupo de prática constante foram encontradas diferenças significativas ($F_{7,91} = 2,65$; $p < 0,020$), sendo que o teste de Tukey mostrou que o quinto, sexto, sétimo e o oitavo blocos de tentativas foram diferentes do primeiro bloco ($p < 0,05$). Para o grupo de prática aleatória verificaram-se diferenças significativas ($F_{7,91} = 9,73$; $p < 0,01$). O teste de Tukey mostrou que o segundo, sexto, sétimo e o oitavo blocos de tentativas foram estatisticamente diferentes do primeiro bloco ($p < 0,01$). Para o grupo de prática constante-aleatória, verificaram-se diferenças significativas ($F_{7,91} = 2,17$; $p < 0,05$), contudo, o teste de Tukey não conseguiu detectar entre quais blocos ocorreram diferenças. E, finalmente, para o grupo de prática aleatória-constante a ANOVA encontrou diferenças ($F_{7,91} = 12,01$; $p < 0,01$). O teste de Tukey mostrou que o quinto, sexto, sétimo e o oitavo blocos de tentativas foram diferentes do primeiro bloco ($p < 0,01$).

Apesar de se observar, no primeiro bloco de tentativas da fase de adaptação, superior desempenho para o grupo de prática aleatória, pode-se dizer que os grupos tiveram desempenho semelhante nessa fase (Figura 2). Essa observação foi corroborada pela análise estatística, visto que a ANOVA detectou diferenças significativas apenas entre os blocos de tentativas ($F_{4,208} = 4,1$; $p < 0,01$). O teste de Tukey mostrou que o erro absoluto no primeiro bloco de tentativas da fase de adaptação foi superior ao dos demais blocos desta fase ($p < 0,03$), e, portanto, que os grupos tornaram-se mais precisos.

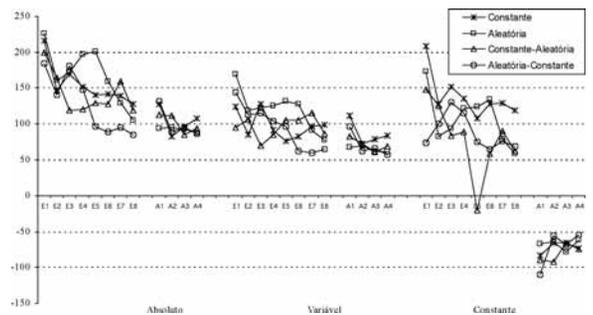


Figura 2. Médias dos erros absoluto, variável e constante (ms), por blocos de nove tentativas, nas fases de estabilização (E1 a E8) e adaptação (A1 a A4), dos quatro grupos de prática (Constante, aleatória, constante-aleatória e aleatória-constante).

Erro variável

Similarmente ao erro absoluto, pode-se notar que na fase de estabilização ocorreu diminuição do erro variável para todos os grupos (Figura 2). Pode-se destacar que tal diminuição foi menos acentuada para o grupo de prática constante-aleatória. Essas observações foram confirmadas pelas análises estatísticas, pois a ANOVA só não encontrou diferenças para o grupo de prática constante-aleatória ($F_{7,91} = 1,55$; $p > 0,05$). Para o grupo de prática constante, verificaram-se diferenças significativas ($F_{7,91} = 2,19$; $p < 0,05$). Entretanto, o teste de Tukey não conseguiu apontar entre quais blocos ocorreram diferenças. Para o grupo de prática aleatória também verificaram-se diferenças significativas ($F_{7,91} = 5,45$; $p < 0,01$). O teste de Tukey mostrou que o primeiro bloco de tentativas foi diferente do sétimo e oitavo blocos ($p < 0,01$), e que o quinto bloco de tentativas foi diferente do oitavo bloco ($p < 0,04$). Para o grupo de prática aleatória-constante a ANOVA encontrou novamente diferenças ($F_{7,91} = 5,45$; $p < 0,01$). O teste de Tukey mostrou que o primeiro bloco de tentativas foi diferente do sexto, do sétimo e do oitavo blocos ($p < 0,01$).

Pode-se observar na Figura 3 que, na fase de adaptação o grupo de prática constante obteve erro variável superior aos demais grupos. Essa observação foi corroborada pela ANOVA que encontrou diferenças estatisticamente significativas entre grupos ($F_{3,52} = 3,81$; $p < 0,02$) e pelo teste de Tukey que mostrou que o grupo de prática constante foi diferente estatisticamente do grupo de prática aleatória e do

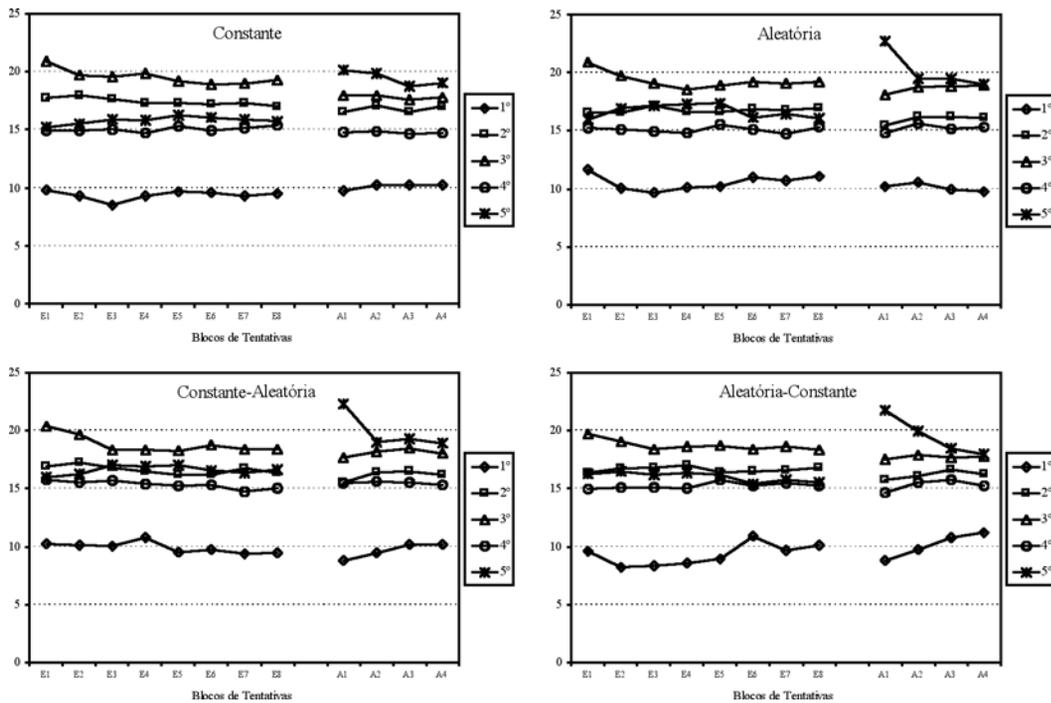


Figura 3. Médias da magnitude do timing relativo dos cinco componentes (1°, 2°, 3°, 4° e 5°) dos grupos de prática constante, aleatória, constante-aleatória e aleatória-constante, nas fases de estabilização (E1 a E8) e adaptação (A1 a A4), por blocos de nove tentativas.

grupo de prática aleatória-constante ($p < 0,05$). A ANOVA também encontrou diferenças para o factor blocos de tentativas ($F_{4;208} = 6,3$; $p < 0,01$), sendo que o teste de Tukey mostrou que houve diferença entre o primeiro bloco de tentativas da fase de adaptação e os demais blocos dessa fase ($p < 0,01$). Não houve diferenças estatisticamente significativas entre o último bloco da fase de estabilização e o primeiro bloco da fase de adaptação. A ANOVA também não encontrou diferenças para a interacção entre blocos de tentativas e grupos.

Erro constante

Conforme escrito anteriormente, o erro constante reflecte a direcção do desempenho, ou seja, no caso da tarefa de timing coincidente, se o último sensor foi tocado após ou antes da chegada do estímulo visual. Ao observar a Figura 2 nota-se que todos os grupos tiveram uma tendência a atrasar a resposta durante a fase de estabilização. A única excepção foi o grupo de

prática constante-aleatória que, durante o quinto bloco de tentativas, teve uma tendência para adiantar a resposta. As ANOVAS encontraram diferenças estatisticamente significativas em todos os grupos. Para o grupo de prática constante verificaram-se diferenças significativas ($F_{7;91} = 2,34$; $p < 0,04$), sendo que o *post hoc* de Tukey mostrou que o quinto e o oitavo blocos de tentativas foram diferentes do primeiro bloco ($p < 0,05$). Para o grupo de prática aleatória a ANOVA encontrou de novo diferenças significativas ($F_{7;91} = 5,43$; $p < 0,01$). Neste caso, o teste de Tukey mostrou que o segundo, terceiro, sétimo e o oitavo blocos de tentativas foram diferentes do primeiro bloco ($p < 0,05$). Para o grupo de prática constante-aleatória também se observaram diferenças ($F_{7;91} = 5,56$; $p < 0,01$). O *post hoc* indicou que o primeiro, o segundo, terceiro, quarto e o sétimo blocos de tentativas foram diferentes do quinto bloco ($p < 0,03$). E, para o grupo de prática aleatória-constante a ANOVA encontrou diferenças ($F_{7;91} = 2,6$;

$p=0,017$), porém, o teste de Tukey não conseguiu mostrar entre quais blocos ocorreram tais diferenças. Ao contrário da fase anterior, na fase de adaptação todos os grupos tiveram uma tendência a adiantar a resposta, além de terem desempenho semelhante (Figura 2). A ANOVA *two-way* detectou diferenças apenas entre os blocos de tentativas ($F_{4;208}=114,73$; $p<0,01$). O *post hoc* de Tukey mostrou que o último bloco de tentativas da fase de estabilização foi diferente dos demais blocos de tentativas da fase de adaptação ($p<0,01$).

Medidas de macro e micro-estruturas da habilidade Timing relativo

Os resultados dos grupos de prática constante, aleatória, constante-aleatória e aleatória-constante, referentes ao do timing relativo, são ilustrados na Figura 3. No que concerne à magnitude do timing relativo dos componentes do grupo de prática constante, a MANOVA identificou diferenças para: o último bloco da fase de estabilização e o primeiro bloco da fase de adaptação [$\lambda=0,21$ ($F_{5,9}=6,53$; $p<0,01$)], sendo que a análise univariada apontou tais diferenças no terceiro ($F_{1,13}=5,94$; $p<0,03$) e quinto componentes ($F_{1,13}=29,38$; $p<0,01$); o último bloco da fase de estabilização e o segundo bloco da fase de adaptação [$\lambda=0,21$ ($F_{5,9}=6,54$; $p<0,01$)], sendo que a análise univariada apontou diferenças no terceiro ($F_{1,13}=7,77$; $p=0,01$) e quinto componentes ($F_{1,13}=18,23$; $p<0,01$); o último bloco da fase de estabilização e o terceiro bloco da fase de adaptação [$\lambda=0,17$ ($F_{5,9}=8,55$; $p<0,01$)], sendo que a análise univariada apontou diferenças no terceiro ($F_{1,13}=14,21$; $p<0,01$) e quinto componentes ($F_{1,13}=24,39$; $p<0,01$); e entre o último bloco da fase de estabilização e o último bloco da fase de adaptação [$\lambda=0,02$ ($F_{5,9}=8,10$; $p<0,01$)], sendo que a análise univariada apontou tais diferenças no terceiro ($F_{1,13}=13,56$; $p<0,01$) e quinto componentes ($F_{1,13}=34,88$; $p<0,01$).

Para a magnitude do timing relativo do grupo de prática aleatória a MANOVA identificou diferenças para: o último bloco da fase de estabilização e o primeiro bloco da fase de adaptação [$\lambda=0,18$ ($F_{5,9}=7,96$; $p<0,01$)], sendo que a análise univariada apontou tais diferenças no segundo ($F_{1,13}=31,73$; $p<0,01$), no terceiro ($F_{1,13}=9,63$; $p<0,01$) e no

quinto componentes ($F_{1,13}=48,87$; $p<0,01$); o último bloco da fase de estabilização e o terceiro bloco da fase de adaptação [$\lambda=0,12$ ($F_{5,9}=13,73$; $p<0,01$)], sendo que a análise univariada apontou tais diferenças no primeiro ($F_{1,13}=5,39$; $p<0,04$), no segundo ($F_{1,13}=6,02$; $p<0,03$), e no quinto componentes ($F_{1,13}=54,16$; $p<0,01$); o último bloco da fase de estabilização e o último bloco da fase de adaptação [$\lambda=0,20$ ($F_{5,9}=6,98$; $p<0,01$)], sendo que a análise univariada apontou tais diferenças no segundo ($F_{1,13}=27,55$; $p<0,01$) e no quinto componentes ($F_{1,13}=33,61$; $p<0,01$); o primeiro e o segundo blocos da fase de adaptação [$\lambda=0,24$ ($F_{5,9}=5,74$; $p<0,02$)], sendo que a análise univariada apontou tais diferenças no segundo ($F_{1,13}=11,36$; $p<0,01$), no quarto ($F_{1,13}=5,19$; $p<0,05$), e no quinto componente ($F_{1,13}=27,63$; $p<0,01$); e para o primeiro e último blocos da fase de adaptação, sendo que a análise univariada apontou tais diferenças no primeiro ($F_{1,13}=7,04$; $p<0,02$), e no quinto componente ($F_{1,13}=20,58$; $p<0,01$).

Com respeito ao grupo de prática constante-aleatória a MANOVA identificou diferenças estatisticamente significativas entre: o último bloco da fase de estabilização e o primeiro bloco da fase de adaptação [$\lambda=0,17$ ($F_{5,9}=9,01$; $p<0,01$)], sendo que a análise univariada apontou tais diferenças no segundo ($F_{1,13}=4,96$; $p<0,05$), e no quinto componente ($F_{1,13}=28,37$; $p<0,01$); o último bloco da fase de estabilização e o terceiro bloco da fase de adaptação [$\lambda=0,18$ ($F_{5,9}=8,19$; $p<0,01$)], sendo que a análise univariada apontou tais diferenças no primeiro ($F_{1,13}=5,16$; $p<0,05$) e no quinto componente ($F_{1,13}=10,65$; $p<0,01$); o último bloco da fase de estabilização e o último bloco da fase de adaptação [$\lambda=0,15$ ($F_{5,9}=10,56$; $p<0,01$)], sendo que a análise univariada apontou tais diferenças no quinto componente ($F_{1,13}=10,10$; $p<0,01$); e entre o primeiro e o terceiro blocos da fase de adaptação [$\lambda=0,29$ ($F_{5,9}=4,40$; $p<0,03$)], sendo que a análise univariada apontou tais diferenças no primeiro ($F_{1,13}=26,31$; $p<0,01$) e no quinto componente ($F_{1,13}=6,63$; $p<0,03$).

E, concernente aos resultados do grupo de prática aleatória-constante a MANOVA identificou diferenças estatisticamente significativas entre: o último bloco da fase de estabilização e o primeiro bloco da

fase de adaptação [$\lambda=0,20$ ($F_{5,9}=7,32$; $p=0,01$)], sendo que a análise univariada apontou tais diferenças no primeiro ($F_{1,13}=19,16$; $p<0,01$) e no quinto componente ($F_{1,13}=19,34$; $p<0,01$); o último bloco da fase de estabilização e o segundo bloco da fase de adaptação [$\lambda=0,27$ ($F_{5,9}=4,80$; $p<0,03$)], sendo que a análise univariada apontou tais diferenças no segundo ($F_{1,13}=6,29$; $p<0,03$) e no quinto componente ($F_{1,13}=22,30$; $p<0,01$); o último bloco da fase de estabilização e o terceiro bloco da fase de adaptação [$\lambda=0,19$ ($F_{5,9}=7,47$; $p<0,01$)], sendo que a análise univariada apontou tais diferenças no quinto componente ($F_{1,13}=12,20$; $p<0,01$); entre o primeiro e o terceiro blocos da fase de adaptação [$\lambda=0,24$; ($F_{5,9}=5,65$; $p<0,02$)], sendo que a análise univariada apontou tais diferenças no primeiro ($F_{1,13}=33,79$; $p<0,01$) e no quinto componente ($F_{1,13}=8,70$; $p<0,02$); e entre o segundo e terceiro blocos da fase de adaptação [$\lambda=0,30$ ($F_{5,9}=4,14$; $p<0,04$)], sendo que a análise univariada apontou tais diferenças no primeiro ($F_{1,13}=9,36$; $p<0,01$), no segundo ($F_{1,13}=6,00$; $p<0,03$), e no quinto componente ($F_{1,13}=4,76$; $p<0,05$).

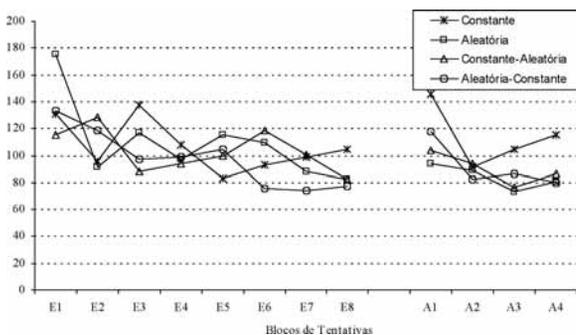


Figura 4. Médias da variabilidade do tempo de movimento dos grupos de prática constante, aleatória, constante-aleatória e aleatória-constante, nas fases de estabilização (E1 a E8) e adaptação (A1 a A4), por blocos de nove tentativas.

Variabilidade do tempo total de movimento

As médias da variabilidade do tempo total de movimento de cada grupo nas duas fases do experimento são ilustradas na Figura 4.

Na fase de estabilização, para o grupo de prática constante, a ANOVA *one-way* verificou diferenças significativas ($F_{7,91}=2,21$; $p<0,05$). Contudo, o teste de Tukey não conseguiu encontrar diferenças estatísticas

significantes entre os blocos de tentativas. Para o grupo de prática aleatória a ANOVA demonstrou novamente diferenças significativas ($F_{7,91}=4,89$; $p<0,01$), sendo que o teste de Tukey revelou que o primeiro bloco de tentativas foi diferente de todos os demais blocos dessa fase ($p<0,05$). Para o grupo de prática constante-aleatória, a análise de variância não encontrou diferenças estatisticamente significante entre os blocos de tentativas ($F_{7,91}=1,8$; $p=0,09$). E, para o grupo de prática aleatória-constante a ANOVA encontrou diferenças significativas ($F_{7,91}=2,17$; $p<0,05$), mas o teste de Tukey não encontrou diferenças estatisticamente significante entre os blocos de tentativas ($p>0,05$). Em relação à fase de adaptação, ANOVA *two-way* encontrou diferenças entre grupos ($F_{3,52}=3,54$; $p=0,02$), sendo que o teste de Tukey encontrou diferenças entre o grupo de prática constante e o grupo de prática aleatória; e entre blocos ($F_{4,52}=6,64$; $p<0,01$), sendo que o teste de Tukey encontrou diferenças entre o último bloco de tentativas da fase de estabilização e o primeiro bloco da fase de adaptação, e também entre este bloco e os demais blocos da fase de adaptação ($p<0,01$). A ANOVA não encontrou diferenças para a interação entre grupos e blocos.

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Como se pôde observar na análise dos resultados, os grupos mantiveram o mesmo nível de precisão do desempenho em toda a fase de adaptação. Mas com relação à sua consistência, os grupos de prática aleatória e aleatória-constante foram mais eficientes do que o grupo de prática constante.

Um primeiro passo na tentativa de explicação desses resultados referiu-se a uma análise do desempenho na fase de estabilização. Isso devido ao pressuposto básico de que o processo adaptativo pressupõe o processo de estabilização⁽¹⁷⁾. Contudo, os resultados desta fase mostram que todos os grupos conseguiram aumentar a precisão e a consistência e, portanto, alcançaram a estabilização funcional.

Todavia, quando se analisou o comportamento de cada grupo em termos do padrão de execução, verificou-se que quando foi introduzido um novo valor de desaceleração (fase de adaptação), o grupo de prática constante alterou dois componentes (3º e 5º) de sua

macro-estrutura. Já os grupos de prática aleatória e aleatória-constante alteraram, respectivamente, cinco e quatro componentes. Esses resultados permitem inferir que os grupos de prática aleatória e aleatória-constante foram mais consistentes do que o grupo de prática constante porque foram capazes de “sacrificar” mais o seu padrão de movimento em termos da macro-estrutura, em prol da manutenção do desempenho. Portanto, eles foram mais flexíveis do que o grupo de prática constante.

Mas por que esses grupos foram mais flexíveis? Uma possível resposta está na prática aleatória. Pode ser que a prática aleatória tenha possibilitado aos grupos uma maior disponibilidade de recursos para lidar com mudanças temporais, já que foi esse o aspecto variado durante a prática. É importante notar que os grupos de prática aleatória e aleatória-constante tiveram disponibilidade de mudar a macro-estrutura e por isso foram melhores. Essa inferência ganha suporte, também, nos resultados relativos à micro-estrutura, visto que o grupo de prática constante mostrou-se mais inconsistente do que do grupo de prática aleatória. Neste caso, pode-se pensar que o grupo de prática constante procurou adaptar-se via alteração de parâmetros, diferentemente dos outros grupos que se adaptaram via modificação da macro-estrutura.

Uma outra forma de colocar essas interpretações refere-se à modificação na micro-estrutura da habilidade, portanto, apenas alterações em parâmetros não foram suficiente para dar conta da perturbação (alteração da desaceleração) que foi de tal envergadura que exigiu modificação dos próprios componentes da habilidade.

É importante ressaltar que esses resultados diferem daqueles obtidos por Corrêa⁽⁴⁾, que utilizou tarefa e delineamento semelhantes, porém com velocidade constante ao invés de desaceleração do estímulo visual. No estudo acima citado, Corrêa não encontrou diferenças entre os grupos para ambas medidas de desempenho – erros absoluto e variável – ao contrário do presente estudo, no qual os grupos de prática aleatória e aleatória-constante foram mais consistentes do que o grupo de prática constante. O presente estudo não encontrou diferenças entre o grupo de prática constante-aleatória e os demais grupos nas medidas de desempenho.

Em relação à direção da resposta (erro constante), observou-se que todos os grupos adiantaram a resposta na fase de adaptação. Uma possível explicação para isso está no fato de o valor de desaceleração introduzido ter aumentado o tempo para execução da tarefa e, como consequência, os indivíduos realizavam os cinco toques bem antes da chegada do estímulo luminoso. Mais especificamente, os indivíduos executavam rapidamente os quatro primeiros toques e ficavam “tão ansiosos” para a execução do último toque que o mesmo era efetuado antecipadamente.

Em conclusão, os resultados do presente estudo permitem inferir que as práticas aleatória e aleatória-constante possibilitaram melhor adaptação em termos da consistência do desempenho do que a prática constante. Esses resultados permitem sugerir, também, em concordância com Pinheiro e Corrêa⁽¹⁴⁾, que o desempenho em tarefas complexas de timing coincidente com velocidade constante é diferente do desempenho em tarefas complexas de timing coincidente com desaceleração do estímulo visual. Em termos de futuros estudos, visualiza-se a necessidade de se explorar a combinação de aceleração com desaceleração, bem como outros componentes que podem ser manipulados na prática, como o componente motor e a combinação do perceptivo com o motor.

NOTA

Esta Pesquisa foi fomentada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP.

CORRESPONDÊNCIA

João de Paula Pinheiro

Universidade de São Paulo

Escola de Educação Física e Esporte

Laboratório de Comportamento Motor

Av. Prof. Mello Moraes, 65

CEP 05508-900 São Paulo – SP

BRASIL

E-mail: joaop@usp.br

REFERÊNCIAS

1. Barros JAC, Gonçalves LA, Massigli M, Souza Júnior OP, Corrêa UC (2003). O efeito de diferentes distribuições da prática constante-aleatória no processo adaptativo na aquisição de habilidades motoras: manipulação de exigências perceptivas e motoras da tarefa. In: III Congresso Internacional de Educação Física e Motricidade Humana e IX Simpósio Paulista de Educação Física, 2003. *Anais*. UNESP.
2. Battig WF (1979). The flexibility of human memory. In: Cermak LS, Craik FIM (eds.). *Levels of processing in human memory*. Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 23-44.
3. Brady F (1998). A theoretical and empirical review of the contextual interference effect and the learning of motor skills. *Quest* 50 (3): 266-293.
4. Corrêa UC (2001). *Estrutura de prática e processo adaptativo na aquisição de habilidades motoras*. São Paulo, EEFUESP, Tese de doutorado, 220p.
5. Corrêa UC, Benda RN, Tani G (2001). Estrutura de prática e processo adaptativo na aprendizagem do arremesso de dardo de salão. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte* 22 (2): 69-84.
6. Corrêa UC, Benda RN, Meira Junior CM, Tani G (2003). Practice schedule and adaptive process in the acquisition of a manual force control task. *Journal of Human Movement Studies* 44: 121-138.
7. Corrêa UC, Tani G (2004). Aparelho de timing coincidente em tarefas complexas. PI. n° 0.403.433-4 de 03/08/2004. *Revista da Propriedade Industrial*, São Paulo, RPI n. 1763, p. 178.
8. Corrêa UC, Tani G (2005). 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, 141-161.
9. Den Brinker BPLM, Stabler JRLW, Whiting HTA, Van Wieringen PCW (1985). A multidimensional analysis of some persistent problems in motor learning. In: Goodman D, Wilberg RB, Franks IM (eds.) *Differing perspectives in motor learning, memory and control*. Amsterdam, North-Holland, 193-207.
10. Gonçalves LA, Massigli M, Barros JAC, Souza Júnior OP, Corrêa UC (2003). O efeito de diferentes distribuições da prática constante-aleatória no processo adaptativo na aquisição de habilidades motoras: manipulação de exigências motoras da tarefa. In: III Congresso Internacional de Educação Física e Motricidade Humana e IX Simpósio Paulista de Educação Física, 2003. *Anais*. UNESP.
11. Guadagnoli MA, Lee TD (2004). Challenge point: a framework for conceptualizing the effects of various practice conditions in motor learning. *Journal of Motor Behavior* 36, 212-224.
12. Massigli M, Barros JAC, Gonçalves LA, Souza Júnior OP, Corrêa UC (2003). Os efeitos de diferentes distribuições da prática constante-aleatória no processo adaptativo de habilidades motoras: manipulação de exigências perceptivas da tarefa. In: III Congresso Internacional de Educação Física e Motricidade Humana e IX Simpósio Paulista de Educação Física, 2003. *Anais*. Rio Claro. UNESP.
13. Paroli R, Basso L, Walter C, Catuzzo MT, Maniezo L, Tani G (2004). Efeito da estrutura de prática no desempenho de uma habilidade de timing coincidente. In: *Congresso Brasileiro de Comportamento Motor*, 2004, Belo Horizonte. 2° Congresso Brasileiro de Comportamento Motor/4° Seminário de Comportamento Motor.
14. Pinheiro JP, Corrêa UC (2005). Desempenho em uma tarefa complexa de timing coincidente com desaceleração do estímulo visual em indivíduos de diferentes idades. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte* 19 (1): 61-70.
15. Schmidt RA (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82 (4): 225-260.
16. Shea CH, Wulf G (2005). Schema theory: a critical appraisal and reevaluation. *Journal of Motor Behavior*, 3 (2): 85-101.
17. Tani G (1995). *Hierarchical organization of human motor behavior*. Sheffield, University of Sheffield. (Unpublished Technical Report).
18. Tani G (1989). *Variabilidade de resposta e processo adaptativo em aprendizagem motora*. Tese (Livre Docência) - Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo.
19. Williams LRT (2000). Coincidence timing if a soccer pass: effects of stimulus velocity and movement distance. *Perceptual and Motor Skills* 91: 39-52.