

Título:

Estudos em Desenvolvimento Motor da Criança III

Editores:

Olga Vasconcelos, Manuel Botelho, Rui Corredeira, João Barreiros, Paula Rodrigues Imagem da

Capa:

Francisco Trabulo

Edição:

Faculdade de Desporto, Universidade do Porto

Execução Gráfica:

Gráfica Casa dos Rapazes - Viana do Castelo

Tiragem: 500 exemplares

Data: Outubro 2010

ISBN:

Depósito Legal: 294167/09

Estudo exploratório sobre frequência cardíaca e tipo de interferência contextual na realização de nós em crianças de 9-10 anos de idade

Nuno Amaral, David Catela, Ana Paula Seabra

Escola Superior de Desporto de Rio Maior - Instituto Politécnico de Santarém

Resumo

A frequência cardíaca (FC) está directamente associada à complexidade de informação a processar. Fomos verificar se a FC em crianças era sensível à organização da estrutura de prática (IC). 34 crianças (9,41±0,5 anos) foram divididas por 4 grupos experimentais: (i) por blocos (PB), (ii) por séries (PS), (iii) contínuo (C), (iv) aleatório (A); para aprendizagem de três nós. No início da fase de aquisição (FA), o grupo A revelou proporção à FC de repouso (FCR) em média superior aos restantes grupos, e entre o início e o final da FA, uma redução da média da FCR em todos os nós. No final da FA, num dos nós, o grupo A revelou diferença em relação à FC de repouso (DFC) significativamente inferior ao grupo PB. Do final da FA para o teste de retenção, o grupo PB reduziu significativamente a DFC num dos nós e o grupo A aumentou-a significativamente em todos os nós. No teste de transferência, o grupo A revelou FCR e DFC significativamente superiores aos restantes grupos. Os resultados sustentam sensibilidade da FC das crianças à IC, com presumível resposta simpática à elevada IC e presumível predomínio parassimpático quando há necessidade de recuperação de informação. A evolução da FCR e da DFC, sustentam a hipótese distinção/elaboração para o efeito da IC.

Palavras-chave

Interferência contextual; frequência cardíaca; crianças; psicofisiologia.

A interferência contextual diz respeito ao modo como é organizada a sequenciação das tarefas motoras ou das variações de uma tarefa a aprender durante a prática. Os modos experimentais tradicionais vão desde execução em blocos uniformes dos ensaios para cada tarefa ou variação da tarefa a ser aprendida,

até execução numa sequência aleatória das tarefas ou variações da tarefa a ser aprendida.

O modo de sequenciação dos ensaios na fase de aquisição resulta em efeitos específicos durante a prática e em testes de retenção e transferência. Estes efeitos são conhecidos por efeitos de interferência contextual (EIC), e são considerados como resultado da interferência funcional da organização da estrutura da prática na aprendizagem. Sobre elevada interferência contextual, por exemplo, aleatoriedade de apresentação das habilidades motoras ou das variações de uma habilidade motora a aprender, quem está a aprender revela mais empobrecida qualidade e/ou produto de prestação motora durante a fase de aquisição e manutenção ou aumento da qualidade e/ou produto de prestação motora num teste de retenção. Inversamente, quem foi submetido a reduzida interferência contextual durante a aprendizagem, por exemplo, repetindo num único bloco de ensaios a mesma habilidade motora ou cada variação de uma habilidade motora a aprender antes de passar para o bloco de ensaios seguinte, revela um padrão de prestação inverso, isto é, melhor prestação na fase de aquisição e mais deteriorada prestação num teste de retenção.

AFC é afectada pela actividade do sistema nervoso simpático e parassimpático (e.g., Berntson, Cacioppo, & Quigley, 1993). O impacto do sistema nervoso simpático é de aumento da FC e o do parassimpático (vagal) é de redução da FC. As tarefas envolvendo manipulação de informação estão associadas a um aumento de FC (e.g., Tursky, Schwartz, & Crider, 1970). Adicionalmente, quanto mais complexa a tarefa mais a FC aumenta (e.g., Brown, Szabo, & Seragarian, 1988). Estas causas aumentativas da FC também se observam em tarefas de memorização (e.g., Backs & Seljos, 1994). Nas crianças, durante tarefas mais exigentes também se observa aumento da FC (e.g., Suess, Porges, & Plude, 1994; Hickey et al., 1995). O aumento inicial de FC tende a dissipar-se com a repetição da tarefa, devido a influência parassimpática (Fairclough & Houston, 2004).

Husak, Cohen e Schandler (1991) analisaram a resposta da FC e o erro constante num estudo sobre interferência contextual, durante a fase de aquisição de uma tarefa de alcançar com estilete 4 localizações alvo. 29 estudantes universitários foram divididos em dois grupos: (i) prática aleatória (alvos diferentes apresentados numa ordem aleatória), ou (ii) prática por blocos (um movimento praticado repetidamente sobre um alvo antes de passar a outro alvo). A prática aleatória resultou em maior erro constante nos blocos iniciais (mas não nos finais) e a FC comportou-se de acordo com o conceito cardíaco-somático (Obrist et al., 1974), isto é, redução da FC como reflexo de aumento de processamento central.

Uma das principais hipóteses explicativas do efeito de interferência contextual é a da distinção/elaboração (Shea & Zimny, 1983), que postula que maior interferência constringe a necessidade de comparar, diferenciar e relacionar as diferentes tarefas motoras, promovendo maior profundidade de processamento e maior qualidade de retenção. Se o efeito de interferência contextual decorre de um aumento de processamento de informação, então, elevada interferência contextual

deve resultar num aumento da FC, resultado de maior activação simpática (e.g., Brown, Szabo, & Seragarian, 1988), mas com tendência para redução da FC durante a repetição das tarefas, consequência de predomínio parassimpático (e.g., Fairclough & Houston, 2004). Será também interessante analisar a resposta da FC numa situação de recuperação de informação adquirida (teste de retenção) e na aplicação dessa informação em situação não vivenciada (teste de transferência). A exclusividade do estudo de Husak, Cohen e Schandler (1991) não dá resposta a esta questão. Adicionalmente, não se conhecem estudos sobre interferência contextual e níveis de activação fisiológica com crianças.

Objectivo

A relação entre níveis de activação fisiológica e actividade cognitiva propicia a análise e compreensão dos mecanismos subjacentes ao EIC. Com este estudo exploratório pretendemos verificar se nas crianças a FC reflecte a influência da organização da estrutura de prática no processo de aprendizagem de habilidades motoras.

Metodologia

Amostra

A amostra final compôs-se de 34 crianças (9,41±0,50 anos), por exclusão de 4 crianças, porque treinaram os nós entre a fase de aquisição e o teste de retenção ou porque conheciam mais nós que aqueles usados para atar os sapatos, e 1 criança, por revelar bradicardia. No entanto, todas as crianças participaram em todas as fases da recolha. Foi recolhido consentimento informado por parte dos encarregados de educação e assegurado assentimento por parte da criança. Não houve controlo individual de nível de tensão, reactividade cardíaca e tipo de personalidade.

Tarefas

Num estudo exploratório preliminar, foi testada a capacidade de crianças com a idade de crianças da amostra deste estudo, de aprender e executar os nós empregues neste estudo, e qual a quantidade necessária para uma execução segura e recordada após um período de retenção de 24 horas. Os nós realizados têm a seguinte designação técnica: “oito”, “nove”, “coelho”, “sete” (Figura 1).



Figura 1. Representação das diferentes fases de execução dos nós “oito”, “nove”, “coelho” e “sete” (da esquerda para a direita).

Os nós “oito”, “nove” e “coelho” partilham uma fase inicial de execução igual, e foram os usados na FA (fase de aquisição) e no TR (teste de retenção). O nó “sete” foi a tarefa no TT (teste de transferência); este nó só tem semelhanças com os outros nós na fase intermédia da sua execução.

Material e Procedimentos

Foram usados cordeletes com diâmetro de 3mm e comprimento de 1200mm. Todas as execuções foram registadas com uma câmara de vídeo, marca SONY digital, modelo dcr-110epal, localizada no plano frontal superior em relação à mesa. Para medir a FC, foi usado um cardiofrequencímetro, marca POLAR, e relógio cardiofrequência, modelo RS100.

Os grupos experimentais foram constituídos conforme os modelos clássicos definidos nos estudos de IC: por blocos (PB), por séries (PS), e aleatório (A), ao que se acrescentou o modelo “contínuo” (C) (Porter, 2008), que consiste numa sequenciação de vários tipos de interferência, primeiro os ensaios PB, seguido dos PS, e finalmente A. Todos os grupos experimentais executaram o mesmo número de ensaios na FA (36). As crianças foram divididas em função da idade cronológica, género e número de nós conhecidos e executados, de modo a constituir grupos homogéneos. As crianças dos grupos experimentais C e PB pertencem a uma escola pública, e as crianças dos grupos experimentais PS e A integram outra escola pública. As crianças de cada grupo experimental pertencem a turmas diferentes, e as recolhas na FA e nos TR e TT foram realizadas em dias únicos e consecutivos.

A recolha da frequência cardíaca em repouso (FR) foi realizada com a criança deitada num colchão de ginástica. Foi dada a indicação para permanecer com olhos fechados e em silêncio durante 5 minutos, como se estivesse a descansar. Foi registada a FC mais baixa. No dia seguinte, a criança realizou a fase de aquisição, correspondendo a 12 ensaios, por nó, após duas demonstrações realizadas pelo experimentador, acompanhadas dos respectivos verbatins, seguido da pergunta se tinha percebido e se achavam que conseguiam realizar o nó. A demonstração foi

realizada de modo a que a criança a visse como se estivesse a realizá-la, e não de frente para a criança. Foi empregue um verbatim durante a demonstração de cada nó. No terceiro dia, foi realizado o TR, seguido do TT, com três ensaios por nó. A criança não sabia que ia ser testada nos mesmos nós no dia seguinte. No TR, não houve qualquer tipo de exemplificação de como se executavam os nós; as crianças executaram-nos livremente, sem ordem pré-definida e sem lhes atribuírem nome. No TT foi dito que ia ser realizado um novo nó; o qual foi demonstrado uma vez, sem verbatim. A contagem do TE (tempo de execução) iniciava-se quando a criança tocava no cordelete, que estava colocado a 400 mm do bordo da mesa sobre uma área de cor amarela previamente definida com cerca de 50 mm de espessura; e terminava quando a criança colocava o cordelete na mesa, momento em que era registada a FC. O cordelete encontrava-se dobrado em três partes iguais; deste modo a criança tinha que definir o meio do cordelete. A correcção do nó era verificada por dois observadores, um deles com formação em Escalada, especialidade desportiva onde são usados os nós escolhidos.

Tratamento de Dados e Tratamento Estatístico

Foram determinadas como variáveis dependentes: (i) tempo de execução do nó (TE); (ii) número de ensaios bem sucedidos (EP) e percentagem de EP, relativamente ao total de ensaios em cada momento do estudo (%EP). Também foi estimada a média dos três primeiros e três últimos ensaios do TE e do EP.

Como os grupos experimentais revelaram diferenças significativas na FR ($H(3) = 13,603$, $p \leq 0,01$), as quais se devem a uma significativamente inferior FR do grupo A em relação aos PS e C (respectivamente, $z = 3,526$, $p \leq 0,001$ e $z = 2,528$, $p \leq 0,05$), decidiu-se fazer a análise dos resultados com valores relativos à frequência cardíaca de repouso (FR). Assim, foram determinadas como variáveis dependentes: (i) frequência cardíaca relativa (FCR) (Bernston et al., 1997) - a proporção entre FC de repouso e FC no ensaio; e, (ii) diferença da frequência cardíaca (DFC) (Kettunn et al., 1998) - a diferença entre FC de repouso e FC no ensaio.

Com o programa SPSS, versão 17, foi estimada a normalidade da distribuição de dados (Shapiro-Wilk) e conseqüentemente foi empregue o teste de Wilcoxon (z) para comparação entre momentos da FA e dos TR e TT; o teste Kruskal-Wallis (H) para comparação entre grupos experimentais (eventualmente seguido do teste U de Mann-Whitney); o teste de Friedman (X_r^2) para comparação entre nós (eventualmente seguido do teste Wilcoxon). Para as correlações foi empregue o teste rho de Spearman (r_s). Foi empregue um grau de significância de 0,05, bicaudal.

Análise dos Resultados

Efeitos na Aprendizagem Motora

O grupo PS revelou uma relação directa significativa entre idade e EP no TR para os nós “oito” ($r_s = 1,000$) e “nove” ($r_s = 0,764$, $p \leq 0,05$). Na FA, e para o conjunto das crianças, houve diferença significativa no EP entre nós ($X_r^2(2) = 11,231$, $p \leq 0,01$), que

se devem a um menor EP no nó “coelho” comparativamente ao nó “oito” ($z=2,845$, $p||0,01$) e ao nó “nove” ($z=2,282$, $p||0,05$). Este é um indicador de um maior grau de dificuldade no nó “coelho”. Estes resultados são reforçados pelo EP no TR, onde o conjunto da crianças revelou diferença significativa entre os nós ($\chi_r^2(2)=8,162$, $p||0,02$), atribuível à diferença entre os nós “oito” e “nove” ($z=2,111$, $p||0,05$) e “oito” e “coelho” ($z=2,640$, $p||0,01$).

A comparação entre os 3 primeiros e os 3 últimos ensaios da FA, revela uma redução significativa do TE para qualquer grupo experimental em qualquer dos 3 nós. Este é um indicador que decorreu um processo de aprendizagem. A comparação da %EP na FA revelou ausência de diferenças significativas entre os grupos experimentais, indicando que todos os grupos alcançaram uma aquisição similar, no entanto, o grupo PB alcançou uma %EP média superior, principalmente nos nós “nove” e “coelho”, onde o seu desvio-padrão é também inferior, revelando um grupo mais homogéneo na prestação.

Na FA, o grupo A foi o único que revelou relações significativas no EP entre todos os nós (nó “oito”/nó “nove”- $r_s=0,935$, $p||0,005$; nó “oito”/nó “coelho”- $r_s=0,957$, $p||0,001$; nó “nove”/nó “coelho”- $r_s=0,963$, $p||0,001$), só seguido pelo grupo C com uma relação entre os nós “oito” e “nove” ($r_s=0,806$, $p||0,01$). Este resultado indica que o grupo A estabeleceu uma maior dependência de sucesso de execução entre os diferentes nós.

No TR, o grupo A teve EP total no nó “oito” (juntamente com o grupo PB) e no nó “coelho”, e o maior EP médio no nó “nove”. Não houve diferença significativa de EP entre os grupos. Estes resultados do grupo A são um indicador da ocorrência do EIC. O grupo C foi o que revelou mais relações significativas entre os diferentes nós (nó “oito”/nó “nove”- $r_s=0,745$, $p||0,02$; nó “oito”/nó “coelho”- $r_s=0,643$, $p||0,05$; nó “nove”/nó “coelho”- $r_s=0,766$, $p||0,02$), só seguido pelo grupo S com uma relação entre os nós “oito” e “nove” ($r_s=0,764$, $p||0,05$). Estas associações replicam na íntegra as reveladas pelos grupos A e C na FA, mas com relações menos intensas, e podem significar que os grupos C e PS, que são considerados de IC intermédia, desenvolveram uma retardada dependência na execução entre os diferentes nós, no entanto, sem efeito no EP, o qual foi quase na totalidade dos nós inferior em média ao do grupo PB. É possível que o grau de IC da prática PS e C não tenha sido suficientemente elevado para propiciar uma mudança definitiva de modo de processamento de informação.

Do final da FA para o TR, o grupo PB aumentou significativamente o TE no nó “oito” e o grupo C em todos os nós. Se o TE reflectir a qualidade/quantidade do que foi aprendido e preservado em memória, então estes resultados reflectem uma maior degradação da aprendizagem, para estes dois grupos experimentais, principalmente para o grupo C, comparativamente com os outros dois grupos, sendo que o grupo PS reduziu a média do TE em todos os nós (ns). Interpretado deste modo, este é um indicador de ocorrência do EIC, reforçado pelo facto do grupo PB ter reduzido a %EP nos nós “nove” e “coelho” (ns) (acompanhado nesta tendência pelo grupo C, nos nós “oito” e “coelho”).

No TT, o EP foi residual em todos os grupos (os quais não se diferenciaram significativamente entre si), principalmente no grupo A. Estes resultados não confirmam o EIC, rejeição que é reforçada pelo facto de ser o grupo PB o que revelou melhor média de EP.

Efeitos na Frequência Cardíaca

Entre o início e o final da FA, o grupo A revelou redução da FCR (ns) e da DFC (ns) em todos os nós (Figura 2). Estes resultados podem significar que o grupo A desenvolveu um predomínio de actividade do simpático no início da FA, consequência do efeito da elevada interferência contextual, tendo evoluído para um predomínio da actividade parassimpática, talvez expressão de maior atenção à execução dos vários nós. Nos últimos ensaios da FA, no nó “nove”, o grupo A revelou uma DFC significativamente inferior ao grupo PB ($H(3)-8,255$, $p||0,05$; $z=2,419$, $p||0,02$) (Figura 2). Esta diferença ocorre entre os dois extremos de IC.

Da FA para o TR, o grupo PB reduziu significativamente a DFC no nó “oito” (tido como o mais fácil) ($z=2,555$, $p||0,02$) e o grupo A aumentou-a significativamente em todos os nós (“oito”- $z=2,356$, $p||0,02$, “nove”- $z=3,076$, $p||0,005$, “coelho”- $z=3,459$, $p||0,005$) (Figura 2), adicionalmente, aumentou significativamente a percentagem de EP (%EP) nos nós “oito” ($z=2,041$, $p||0,05$) e “coelho” ($z=2,207$, $p||0,05$). Estes resultados reforçam a hipótese do grupo PB ter maior dificuldade no TR, representando a evolução da DFC uma maior actividade do parassimpático, maior atenção à execução da tarefa, enquanto no grupo A pode significar uma influência recíproca simpática e parassimpática, decorrente de uma maior capacidade de lidar com tarefas melhor aprendidas.

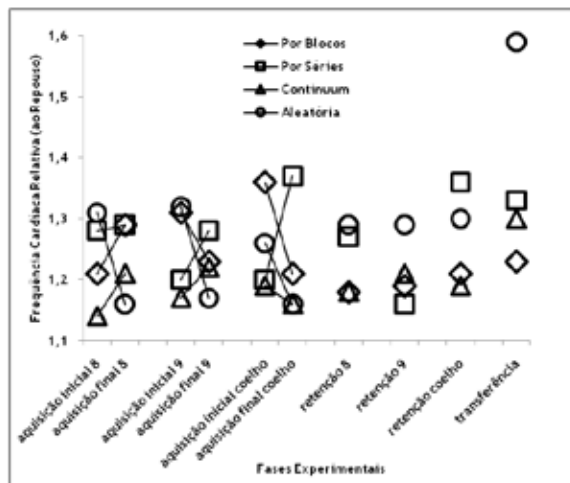


Figura 2. Resultados para a frequência cardíaca relativa ao repouso (FCR), para cada grupo experimental (Por Blocos, Por Séries, Continuum, Aleatório), por fase experimental (aquisição, ensaios iniciais e finais; retenção; transferência) e por nó (“8”, “9”, “coelho”).

No TT, o grupo A revelou FCR e DFC significativamente superiores aos restantes grupos (respectivamente, H(3)-15,802, $p||0,02$; PB/A - $z=3,599$, $p||0,001$, PS/A - $z=2,674$, $p||0,01$, C/A - $z=2,847$, $p||0,005$; e, H(3)-15,237, $p||0,03$; PB/A - $z=3,581$, $p||0,001$, PS/A - $z=2,630$, $p||0,01$, C/A - $z=2,658$, $p||0,01$), os quais não se diferenciaram significativamente entre si (Figura 2). Se considerarmos que o aumento de FC está directamente associado com o aumento de complexidade de informação a manipular, então, o comportamento cardíaco do grupo A indica que as crianças deste grupo perceberam adequadamente a complexidade da tarefa que lhes foi proposta, mas não conseguiram transferir o aprendido para a realização do novo nó.

Discussão

Os resultados sustentam a sensibilidade da FC das crianças à IC, com presumível resposta simpática à elevada IC e presumível predomínio parassimpático quando há necessidade de recuperação de informação (teste de retenção). A FC foi um indicador do efeito da elevada IC, mesmo quando o produto do comportamento motor não exprimiu o EIC. As elevadas FCR e DFC do grupo A podem significar resposta simpática à elevada IC (fase de aquisição) ou ao grau de dificuldade da tarefa (teste de transferência); enquanto a redução da frequência cardíaca relativa nos últimos ensaios da fase de aquisição pode indicar um predomínio da actividade do parassimpático, provavelmente associado a um aumento da concentração na tarefa. Similarmente, no teste de retenção, a diminuição da DFC do grupo PB pode indicar que este necessitou aumentar a atenção na tarefa, hipótese sustentada num aumento significativo do tempo de execução do nó mais fácil (“oito”); enquanto o aumento da diferença à frequência cardíaca de repouso no grupo A, associado a uma percentagem de ensaios bem sucedidos ligeiramente superior aos restantes grupos em todos os nós, pode significar uma influência recíproca simpática e parassimpática, decorrente de uma maior capacidade de lidar com tarefas melhor aprendidas. As associações entre nós (número de ensaios bem sucedidos) e a evolução da frequência cardíaca relativa e da diferença à frequência cardíaca de repouso, na fase de aquisição e nos testes de retenção e de transferência, sustentam a hipótese explicativa do efeito de interferência contextual de Shea & Zimny (1983). Os resultados no teste de transferência concorrem para o encontrado na meta-análise de Barreiros, Figueiredo e Godinho (2007) para estudos em contexto aplicado sobre os efeitos da interferência contextual, isto é, menor sustentação do efeito de interferência contextual na capacidade de retenção e principalmente de transferência do aprendido.

Referências

- Backs, R.W., & Seljos, K.A. (1994). Metabolic and cardiorespiratory measures of mental effort: The effects of level of difficulty in a working memory task. *International Journal of Psychophysiology*, 16, 57-68.
- Barreiros, J., Figueiredo, T., & Godinho, M. (2007). The contextual interference effect in applied settings. *European Physical Education Review*, 13 (2), 195-208.
- Berntson, G.G., Cacioppo, J.T., & Quigley, K.S. (1993). Cardiac psychophysiology and autonomic space in humans: Empirical perspectives and conceptual implications. *Psychological Bulletin*, 114, 296-322.
- Berntson, G.G., Bigger, J.T., Eckberg, D.L., Grossman, P., Kaufmann, P.G., Malik, M., Nagaraja, H.N., Porges, S.W., Aaul, J.P., Stone, P.H., & van der Molen, M.W. (1997). Heart rate variability: Origins, methods, and interpretive caveats. *Psychophysiology*, 34, 623-648.
- Brown, T.G., Szabo, A., & Seraganian, P. (1988). Physical versus psychological determinants of heart rate reactivity to mental arithmetic. *Psychophysiology*, 25, 532-537.
- Fairclough, S.H., & Houston, K. (2004). A metabolic measure of mental effort. *Biological Psychology*, 66, 177-190.
- Hickey, J.E., Suess, P.E., Newlin, D.B., Spurgeon, & Porges, S.W. (1995). Vagal tone regulation during sustained attention in boys exposed to opiates in utero. *Addictive Behaviors*, 2 (1), 43-59.
- Husak, W.S., Cohen, M.J., & Schandler, S.L. (1991). Activation peaking during the acquisition of a motor task under high and low contextual-interference conditions. *Perceptual and Motor Skills*, 72 (3), 1075-1088.
- Kettunen, J., Ravaja, N., Näätänen, P., Keskivaara, P., & Keltikangas-Järvinen, L. (1998). The synchronization of electrodermal activity and heart rate and its relationship to energetic arousal: a time series approach. *Biological Psychology*, 48, 209-225.
- Porter, J.M. (2008). Systematically increasing contextual interference is beneficial for learning novel motor skills. *Dissertação de doutoramento*. Disponível em [<http://etd.lsu.edu/docs/available/etd-04042008-112837>].
- Shea, J.B., & Zimny, S.T. (1983). Context effects in memory and learning movement information. In R. A. Magill (Ed.), *Memory and Cognition of Action* (pp. 345-365). New York: North-Holland Publishing Company.
- Suess, P.A., Porges, S.W., & Plude, D.J. (1994). Cardiac vagal tone and sustained attention in school-age children. *Psychophysiology*, 31, 17-22.
- Tursky, B., Schwartz, G., & Crider, A. (1970). Differential patterns of heart rate and skin resistance during a digit-transformation task. *Journal of Experimental Psychology*, 3, 451-457.