

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 reactividade cardíaca e dificuldade de uma tarefa de equilíbrio dinâmico em crianças de 6-7 anos de idade

David Catela, Marco Branco, Alexandra Jesus, Hervé Nogueira, Luís Loureiro, Maria Rodrigues, Tiago Amaral

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

Resumo

A reactividade cardíaca está directamente associada à ansiedade provocada pela dificuldade de uma tarefa. Fomos verificar se a frequência cardíaca (FC) em crianças era sensível à dificuldade de uma tarefa de equilíbrio dinâmico. 35 crianças, de 6-7anos de idade, deslocaram-se de pé sobre bancos suecos em 4 condições: (i) de frente, de olhos abertos; (ii) de frente, de olhos fechados, (iii) de costas, de olhos abertos; (iv) de costas, de olhos fechados; com um cardiofrequencímetro colocado. Durante a instrução e a execução da tarefa, a mudança da FC esteve directamente associada ao grau de dificuldade da mesma, e nas condições sem informação visual o aumento de FC foi superior. A alteração da FC não pode ser exclusivamente justificada pela preparação para e pela execução motora da tarefa, porque a reactividade cardíaca nas condições sem informação visual é significativamente superior. A FC das crianças foi sensível à dificuldade da tarefa. A reactividade cardíaca observada sustenta o conceito cardíaco-somático e a hipótese de estarmos na presença de *active coping*.

Palavras-chave

Reactividade cardíaca; equilíbrio dinâmico; crianças; psicofisiologia.

A ansiedade é um estado emocional que envolve sentimentos subjectivos de tensão, apreensão, nervosismo e preocupação experimentadas por uma pessoa (Spielberger, 1972). O aumento de ansiedade é acompanhado por activação do simpático do sistema nervoso autónomo e consequentemente de activação fisiológica, tal como aumento da frequência cardíaca (FC) (Bradley & Lang, 2000). Por exemplo, crianças de 5 e 7 anos revelaram aumento da FC durante um filme que provoca

ansiedade (Eisenberg et al., 1988). Estas mudanças fisiológicas podem afectar directamente a prestação; por exemplo, a tensão nos músculos estriados dificulta seqüências suaves da prestação motora (James, Pearson, Girffith, & Newbury, 1977). A experiência da ansiedade pode decorrer da exigência da tarefa e da auto-monitorização do comportamento (Eysenck, 2000). À alteração de valor da FC em relação a um valor base, obtido em repouso, dá-se a designação de reactividade cardíaca. A amplitude da alteração da FC depende do tipo de autonomia que a pessoa tem de actuar com o elemento stressante; se a pessoa desenvolve esforço mental ou físico para alcançar um controlo efectivo ou percebido sobre o resultado de uma situação, diz-se que estamos perante uma situação de *active coping* (Light & Obrist, 1983). A resposta cardiovascular produzida durante *active coping* é caracterizada predominantemente por estimulação beta-adrenérgica, a qual induz aumento da FC (Obrist, 1981; Johnston et al., 1994). Outro parâmetro para analisar a influência de um factor stressante sobre a FC é a variabilidade da frequência cardíaca (VFC), que mede a variação dos intervalos entre batimentos (Malik & Camm, 1995; para revisão ver Acharya et al., 2006). Dishman et al. (2000) revelaram uma associação directa significativa entre ansiedade auto-reportada e VFC, independentemente da idade, do género, traço de ansiedade, condição cárdio-respiratória, frequência cardíaca, pressão arterial e frequência respiratória.

Os instrumentos usados para registar os intervalos entre batimentos e consequentemente determinar a variabilidade da FC, condicionam a mobilidade motora. Mais recentemente, têm sido aplicados cardiofrequencímetros em animais domésticos com qualidade de registo aceitável (von Borell et al., 2007). Os actuais cardiofrequencímetros desportivos fornecem em intervalos regulares FC médias que podem ser memorizadas e descarregadas em computador. Dada a dificuldade em compatibilizar equipamentos laboratoriais e situações de execução de habilidades motoras, decidimos explorar a sensibilidade de um cardiofrequencímetro desportivo normal às respostas cardíacas de crianças, perante níveis de dificuldade distintos de uma tarefa de equilíbrio dinâmico. Naturalmente, as limitações de registo do equipamento, como o intervalo temporal de recolha e a possível perda temporária de sinal, impedem métodos de análise dos dados tradicionalmente presentes em estudos sobre reactividade cardíaca, como por exemplo, diferentes modos de determinação da variabilidade da FC. No entanto, temos acesso à diferença entre a FC de repouso e a FC registada em cada condição, e ao intervalo entre os registos mínimo e máximo da FC, como dois indicadores da resposta fisiológica da nossa amostra aos elementos stressantes a que a condicionámos. Neste estudo, definimos como elementos stressantes a deslocação de costas e a ausência de informação visual, e supusemos tratar-se de uma situação propiciadora de *active coping*, pois a criança podia autonomamente programar (durante a instrução) e regular (durante a execução da tarefa) a sua acção motora.

Objectivo

O estudo pretende verificar o efeito de graus de dificuldade variáveis numa tarefa motora de equilíbrio na frequência e na variabilidade da resposta cardíaca.

Metodologia

A amostra compôs-se de 35 crianças (17 meninas) de 6 e 7 anos de idade, 21 de 6 anos de idade, do mesmo estabelecimento de ensino público. Não houve controlo individual de nível de tensão, reactividade cardíaca e tipo de personalidade. A tarefa consistiu em percorrer dois bancos suecos unidos, numa distância total de 4m, em 4 condições: (i) andar para a frente de olhos abertos (FA); (ii) andar para a frente de olhos fechados (FF); (iii) andar para trás de olhos abertos (TA); e (iv) andar para trás de olhos fechados (TF). Foram constituídos quatro sub-grupos, cada com uma sequência de condições diferente. A recolha foi realizada em contexto conhecido das crianças e individualmente. Consentimento informado e assentimento foram obtidos. Uma criança foi excluída porque não quis realizar parte das tarefas. As condições de olhos fechados foram realizadas com uma venda nos olhos. Foram recolhidos: (i) Média da FC de repouso (FCR) durante 5mn, (ii) FC antes de cada condição, durante as instruções, (iii) FC durante a execução de cada uma das condições, e (iv) tempo de execução de cada condição. Para a recolha da FC foi usado um cardiofrequencímetro Polar S610. As instruções da tarefa foram apresentadas de forma simples e concisa, de igual modo para todas as crianças, e a tarefa foi apresentada como se fosse um jogo, e.g., *“Queres jogar um jogo? Estás a ver estes bancos? O jogo é ver se consegues atravessar os bancos a andar para a frente. Assim (demonstração). Estás pronto/a?”*. Cada criança dispunha de três tentativas para executar a tarefa com sucesso. As crianças não tiveram conhecimento que estavam a ser cronometradas. Foram estimados o intervalo entre FC mínima e máxima (IFC) e a diferença à FC de repouso por condição (DFC). Entre cada condição houve uma pausa para repouso e novas instruções. NOTA Foi realizado teste de normalidade de distribuição de dados (Shapiro-Wilk). Para despiste da influência da sequência de apresentação das condições foi empregue a ANOVA One-Way, com teste Lévène e teste Brown-Forsythe, seguido dos testes post-hoc Scheffé e Tukey-B, ou o teste Kruskal-Wallis (H). Para determinar eventual relação de sucesso na tarefa com sequência das condições foi empregue o teste Qui-Quadrado. Para comparação entre condições, foi empregue a ANOVA de medidas repetidas (F), com teste de Box e de Lévène, a ordem de apresentação das condições foi usada como factor intra-sujeitos, e para as comparações emparelhadas foi aplicado o ajustamento de Bonferroni; ou, o teste de Friedman (X^2), seguido do teste de Wilcoxon (z). Para comparação entre idades foi empregue o teste t de Student, com o teste de Lévène ou o teste U de Mann-Whitney. Foi empregue um nível de significância de 0,05, bicaudal.

Resultados

Embora as crianças de 6 anos de idade revelassem uma FCR média ($89,14 \pm 14,65$ bpm) superior às de 7 anos ($83,29 \pm 9,14$ bpm), a diferença não é significativa. Também não foi significativa a diferença entre idades da FC por condição. As meninas revelaram uma FC média superior em 4-5 bpm, em repouso e na maioria das condições (ns), excepto na condição FA, em que revelaram uma FC significativamente superior ($t(33) = 2,056$, $p < 0,05$). Relativamente ao tempo despendido e ao sucesso na tarefa, por condição, as idades e os géneros não revelaram diferenças significativas. Os subgrupos não revelaram diferença significativa na FCR. A sequência de apresentação das condições não influenciou a FR, o tempo de execução e o sucesso em cada condição. O tempo de execução das tarefas é uma prova de que existe diferença de dificuldade entre as condições, se considerarmos que tarefas mais difíceis são executadas mais lentamente (Fitts, 1954). O tempo médio despendido para a execução de cada condição ficou logicamente ordenado, a condição em que as crianças despenderam em média mais tempo foi a TF, depois a condição FF, seguida da condição TA, e, finalmente, com menos tempo médio despendido na condição FA. O tempo máximo registado segue a mesma ordenação (Tabela 1).

Tabela 1. Estatística descritiva (média±desvio-padrão, mínimo, máximo) do tempo despendido na execução das tarefas (s), por condição (FA, FF, TA, TF).

Condição	média±desvio-padrão	máximo	mínimo
FA	17,54±8,14	52,57	4,70
FF	31,42±15,00	68,08	9,30
TA	25,86±11,66	53,32	9,97
TF	49,90±31,17	144,60	15,41

Esta diferenciação de dispêndio temporal por condição é reforçada inferencialmente, com diferença significativa entre condições ($\chi^2(3) = 57,602$, $p | 0,001$) e entre todos os pares de condições (FA-FF- $z = 4,947$, $p | 0,001$; FA-TA- $z = 3,833$, $p | 0,001$; FA-TF- $z = 5,061$, $p | 0,001$; FF-TA- $z = 2,309$, $p | 0,03$; FF-TF- $z = 3,767$, $p | 0,001$; TA-TF- $z = 4,813$, $p | 0,001$).

Período de instrução

Antes da execução das tarefas, as crianças revelaram em média um maior intervalo de FC (IFC), uma maior FC máxima (FCM) e um maior desvio-padrão da FC (DFC) na condição FF, e uma maior FC mínima (FCm) bem como uma FCM bastante elevada na condição TF (Tabela 2). A comparação entre condições revelou ausência de diferença significativa.

Tabela 2. Valores estatísticos (média±desvio-padrão), por condição, durante o período de instrução.

Parâmetro	FA	FF	TA	TF
FCm	107,91±14,45	108,70±13,59	108,50±16,20	109,61±16,00
FCM	117,36±14,35	119,91±15,80	116,13±13,72	119,03±14,51
IFC	9,24±6,26	11,21±9,81	7,63±4,86	9,42±5,34
DFC	4,55±2,99	5,16±4,80	3,82±2,31	4,50±2,65

A proporção relativa à FCR revelou-se maior na FCM para as condições FF e TF, e na FCm para a condição TF (Tabela 3). A comparação entre condições revelou ausência de diferença significativa.

Tabela 3. Valores estatísticos (média±desvio-padrão) da proporção à FCR, para a FCm e a FCM, por condição, durante o período de instrução.

Parâmetro	FA	FF	TA	TF
FCm/FCR	1,28±0,21	1,28±0,24	1,25±0,21	1,30±0,24
FCM/FCR	1,38±0,21	1,41±0,30	1,35±0,20	1,41±0,23

A diferença entre a FC média em cada condição e a FCR foi superior na condição TF (27,86±15,95bpm), seguida das condições FF (26,96±16,45bpm), (FA) (25,78±15,00bpm) e (TA) (24,51±14,43bpm). A comparação entre condições revelou ausência de diferença significativa.

Período de execução das tarefas

Durante a execução das tarefas, as crianças revelaram um padrão idêntico ao do tempo despendido por condição; a condição em que as crianças revelaram uma FC média superior foi a TF, depois a condição FF, seguida da condição TA, e, finalmente, com a menor FC média na condição FA. As FCM registadas seguem a mesma ordenação (Tabela 4).

Tabela 4. Estatística descritiva (média±desvio-padrão, mínimo, máximo) da FC (bpm) na execução das tarefas, por condição (FA, FF, TA, TF).

Condição	média±desvio-padrão	máximo	mínimo
FA	111,52±13,56	147,3	82,8
FF	114,99±13,87	158,7	88,8
TA	112,74±13,20	148,3	83,8
TF	116,96±14,72	166,0	88,3

Esta diferenciação de FC por condição é reforçada inferencialmente, com diferença significativa entre condições ($\chi_r^2(3)=12,920$, $p||0,005$), atribuível a diferença entre alguns pares de condições, com especial destaque para aqueles em

que a tarefa é realizada no mesmo sentido mas com ou sem visão disponível (FA-FF- $z=2,060$, $p||0,04$; TA-TF- $z=2,989$, $p||0,003$; FA-TF- $z=3,227$, $p||0,001$). Durante a tarefa, as crianças revelaram em média o maior IFC, a maior FCM e a maior FCM na condição TF; e o maior DFC na condição FF.

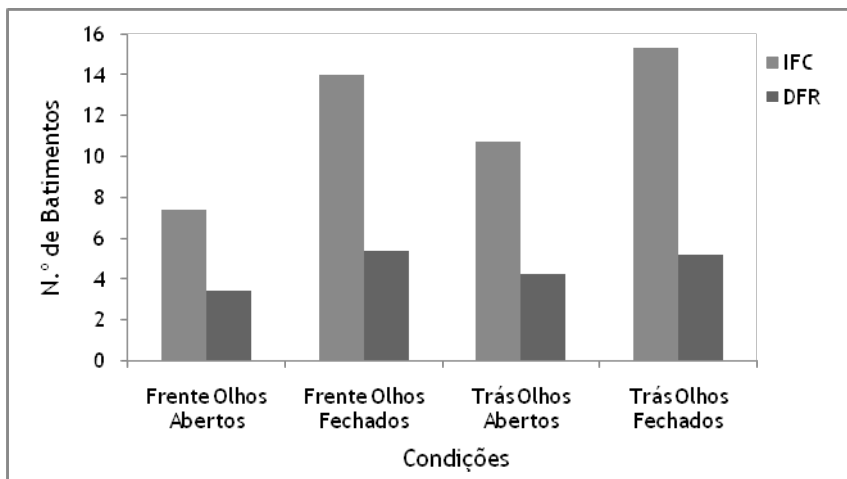


Figura 1. Valores por condição, para as variáveis intervalo entre frequência cardíaca máxima e mínima (IFC) e diferença para a frequência cardíaca de repouso (DFR).

A comparação entre condições revelou diferenças significativas para as variáveis IFC ($\chi^2(3)=18,342$, $p||0,001$), FCM ($\chi^2(3)=21,556$, $p||0,001$) e DFC ($\chi^2(3)=8,451$, $p||0,04$) (Tabela 5).

Tabela 5. Valores estatísticos (média±desvio-padrão), por condição (FA, FF, TA, TF), durante a execução da tarefa.

Parâmetro	FA	FF	TA	TF
FCm	107,89±13,74	107,40±12,91	106,77±13,23	108,40±14,43
FCM	115,29±13,58	121,40±15,30	117,46±13,73	123,74±15,06
IFC	7,40±4,24	14,00±8,70	10,69±8,41	15,34±8,82
DFC	3,41±1,77	5,39±3,12	4,26±2,69	5,21±2,99

Fundamentalmente, estas diferenças existem entre as condições FA e FF, FA e TF, e TA e TF, e ainda para a FCM entre as condições FF e TA; mas nunca entre as condições FA e TA, e FF e TF (Tabela 6).

Tabela 6. Comparação (z; *p | 0,01; ** p | 0,05) entre as condições de execução da tarefa (FA, FF, TA, TF), durante a execução da tarefa, para os parâmetros FCM, IFC e DFC.

Parâmetro	FA vs FF	FA vs TA	FA vs TF	FF vs TA	FF vs TF	TA vs TF
FCM	-3,552*	ns	-5,852*	-2,884*	ns	-3,745*
IFC	-3,533*	ns	-4,008*	ns	ns	-3,094*
DFC	-2,883*	ns	-2,604*	ns	ns	-2,260**

Durante a execução das tarefas, a proporção da FCM em relação à FCR, revelou-se em média superior nas condições TF (1,45±0,21) e FF (1,42±0,22) que nas condições FA (1,35±0,20) e TA (1,37±0,22). A comparação entre condições foi significativa (F(3)- 12,890, p<0,001), que as comparações emparelhadas indicaram ser entre as condições FA/FF (p<0,004), FA/TF (p<0,001), FF/TA (p<0,02), e TA/TF (p<0,001), com correlações emparelhadas directas e intensas (respectivamente, 0,87, 0,82, 0,93, e 0,91). Similarmente, a diferença entre a FC média por condição e a média da FCR, revelou-se em média superior nas condições TF (30,16±15,60) e FF (28,19±15,08) que nas condições FA (24,72±13,93) e TA (25,94±14,26). A comparação entre condições foi significativa (F(3)- 123,367, p<0,001), que as comparações emparelhadas indicaram ser entre as condições FA/FF (p<0,005), e TA/TF (p<0,02), mas não significativa entre as condições FA/TA, e FF/TF.

Discussão

O sentido de deslocação e o acesso ou não a fontes de informação perceptiva influenciaram a resposta cardíaca, durante o período de instrução, prévio à execução da tarefa, e durante o período de execução da tarefa. Antes da execução da tarefa há um aumento da FC em todas as condições, que não pode ser atribuído ao esforço físico, e que sustenta o conceito cardíaco-somático (Obrist et al., 1970; cf. Light & Obrist, 1983; Light et al., 1987), o qual postula que a mudança nas respostas cardíacas facilita a preparação para ou a prestação de um comportamento. Os resultados obtidos durante o período de instrução, poderiam ser atribuídos a uma preparação fisiológica para a execução motora, mas esta interpretação não explica porque é que os valores superiores se observam nas condições em que as crianças tinham que executar a tarefa de olhos fechados (Tabela 2); os quais são reforçados pelos valores obtidos na DFC em cada uma das condições. Estes resultados sustentam a hipótese de um envolvimento emocional em modo de *active coping* (Obrist et al., 1978). Como não foi tida em conta a diferença entre crianças sobre a resposta cardíaca aos factores stressantes, e.g., quais as crianças normotensas e hipertensas, os resultados da variação da FC em relação à FCR, em cada condição, oferecem

maior consistência a esta hipótese, por serem valores relativos. E, embora sem expressão inferencial, na FCM conserva-se o padrão de resposta cardíaca (Tabela 3). No conjunto, estes resultados sustentam a hipótese de crianças de 6-7 anos de idade revelarem reactividade cardíaca, predominantemente simpática, quando informadas sobre constrangimentos espaciais e perceptivos à execução de uma tarefa motora de equilíbrio. A execução da tarefa comporta um aumento generalizado da FC, o qual tem que ser atribuído em parte ao esforço físico envolvido. No entanto, o mais pertinente é que o padrão de mudança da resposta cardíaca em função dos constrangimentos de cada condição, observado durante a fase de instrução, mantém-se e torna-se inferencialmente significativo entre as condições onde a diferença diz respeito à presença ou ausência de informação visual (Tabela 4). Estas diferenças não podem ser atribuídas a diferente exigência física porque a tarefa é executada no mesmo sentido, mas torna-se mais difícil na ausência de informação visual, tal como é evidente na diferença de tempo despendido (Tabela 1). Estudos têm mostrado que os aumentos de FC ultrapassam aqueles esperados exclusivamente com base no aumento de dispêndio energético (e.g., Turner, Carroll & Courtney, 1983). Estes resultados são reforçados com os relativos à variação da FC (IFC e DFC) e são coincidentes com os de estudos em adultos, que revelaram que uma tarefa difícil estava associada a um aumento da FC e do registo pessoal de nível de ansiedade (e.g., Lewis et al., 1984). A modificação do sentido da marcha e do acesso a informação visual impediu um processo de habituação (entendida como redução da resposta fisiológica à repetição do estímulo).

Referências

- Acharya, U.R., Joseph. K.P., Kannathal, N., Lim, C.M., & Suri, J.S. (2006). Heart rate variability: a review. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 44, 1031-1051.
- Bradley, M.M., & Lang, P.J. (2000). Affective reactions to acoustic stimuli. *Psychophysiology*, 37, 204-215.
- Dishman, R.K., Nakamura, Y., Garcia, M.E., Thompson, R.W., Dunn, A.L., Blair, S.N. (2000). Heart rate variability, trait anxiety, and perceived stress among physically fit men and women. *International Journal of Psychophysiology*, 37(2), 121-133.
- Eisenberg, N., Fabes, R.A., Bustamente, D., Mathy, R.M., Miller, P.A., & Lindholm, E. (1988). Differentiation of vicariously induced emotional reactions in children. *Developmental Psychology*, 24, 237-246.
- Eysenck, M. W. (2000). A cognitive approach to trait anxiety. *European Journal of Personality*, 14(5), 463-476.
- James, I.M., Pearson, R.M., Girffith, D.N.W., & Newbury, P. (1977). Effects of oxprenol on stage-fright in musicians. *The Lancet*, 310, 952-954.

- Johnston, D.W., Schmidt, T.F.H., Albus, C., et al., (1994). The relationship between cardiovascular reactivity in the laboratory and heart rate response in real life: active coping and b-blockade. *Psychosomatic Medicine*, 56, 369-376.
- Lewis, D., Ray, W.J., Wilkinson, M.O., & Ricketts, R. (1984). Self-report and heart rate responses to a stressful task. *International Journal of Psychophysiology*, 2, 33-37.
- Light, K.C., & Obrist, P.A. (1983). Task difficulty, heart rate reactivity, and cardiovascular responses to an appetitive reaction time task. *Psychophysiology*, 20, 301-312.
- Light, K.C., Obrist, P.A., James, P.A., & Strogatz, D.S. (1987). Cardiovascular response to stress:II. Relationships to aerobic exercise patterns. *Psychophysiology*, 24, 79-86.
- Malik, M., & Camm, J. (1995). *Heart Rate Variability*. Armonk, NY: Futura Publishing.
- Obrist, P., Gaebelein, C.J., Teller, C.J., Langer, A.W., Grignolo, A., Light, K.C., & McCubbin, J.A. (1978). The relationship among heart rate, carotid dP/dt, and blood pressure in humans as a function of the type of stress. *Psychophysiology*, 15, 102-115.
- Obrist, P.A. (1981). *Cardiovascular Psychophysiology: a Perspective*. London: Plenum.
- Obrist, P.A., Webb, R.A., Sutterer, J.R., & Howard, J.L. (1970). Cardiac deceleration and reaction time: An evaluation of two hypothesis. *Psychophysiology*, 6, 695-706.
- Spielberger, C.D. (1972). Anxiety as an emotional state. In Spielberger, C.D. (Eds.), *Anxiety: current trends in theory and research* (pp. 29-49). New York: Academic Press.
- Turner, J.R., Carroll, D., & Courtney, H. (1983). Cardiac and metabolic responses to "space invaders": An instance of metabolically exaggerated cardiac adjustment? *Psychophysiology*, 20, 544-549.
- von Borell, E., Langbein, J., Després, G., Hansen, S., Leterrier, C., Marchand-Forde, J., Marchand-Forde, R., Minero, M., Mohr, E., Prunier, A., Valance, D., & Veissier, I. (2007). Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals - A review. *Physiology & Behavior*, 92, 293-316.