

ORIGEM E EVOLUÇÃO: O ESTRESSE COMO RESPOSTA ADAPTATIVA NO CONTEXTO DA VIDA MODERNA

ORIGIN AND EVOLUTION: STRESS AS AN ADAPTIVE RESPONSE IN THE CONTEXT OF MODERN LIFE

Márcio Rodrigo GARCIA¹

Resumo: A evolução das estruturas cerebrais e dos mecanismos fisiológicos e comportamentais ao passar dos anos se acumulou na estrutura gênica humana. O contexto da vida atual é extremamente diferente do contexto histórico anterior, pois mudanças significativas ocorreram nos últimos 10 mil anos. A resposta ao estresse é adaptativa, a não ser que estas repetições se tornem contínuas e o estresse se torne crônico gerando as doenças mais comuns desta década. A resposta ao estresse é influenciada por fatores genéticos e comportamentais. O estresse é uma resposta fisiológica, adaptativa e preparatória do organismo para situações de ameaças e desequilíbrio causadas por estressores ambientais e psicológicos. A resposta pode ser rápida (neural) com liberação de adrenalina, ou mais lenta (endócrina), com a liberação de cortisol. O estresse é um tema de grande interesse científico e social na atualidade, devido ao grande impacto causado por mudanças de comportamento na sociedade moderna. Surgiram muitos fatores que levam o ser humano ao estresse e às graves complicações crônicas deste, resultando em grandes gastos e perdas na área da saúde, com aparecimentos de muitas doenças. Este artigo discute a condição adaptativa do estresse no contexto da vida moderna, considerando as modificações ambientais, socioculturais e tecnológicas, o surgimento de novos estressores e as consequências destes para a humanidade.

Palavras-chave: Estresse. Evolução. Adaptação. Exigências da vida moderna.

Abstract: The evolution of brain and physiological and behavioral mechanisms structures over the years has accumulated in the human gene structure. The context of the present life is extremely different from previous historical context, as significant changes have occurred in the last 10,000 years. The stress response is adaptive, unless these repetitions become continuous and the stress becomes chronic generating the most common diseases of this decade. The stress response is influenced by genetic and behavioral factors. Stress is a physiological, adaptive and preparatory body's response to threats and situations of imbalance caused by environmental and psychological stressors. The response can be rapid (neural) with release of adrenaline, or slower (endocrine), with the release of cortisol. Stress is a topic of great scientific and social interest nowadays, because of the impact of changes in behavior in modern society. There have been many factors that lead to stress the human and the serious complications of this chronic, resulting in large expenditures and losses in health, with appearances from many diseases being. This article discusses the adaptive condition of stress in the context of modern life, considering the environmental, socio-cultural and technological change, the emergence of new stressors and their consequences for humanity.

Keywords: Stress. Evolution. Adaptation. Demands of modern life.

¹ Professor, Biólogo, Mestre em Biologia Animal pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e credenciado na Linha de Pesquisa *Promoção da Saúde e Qualidade de Vida* – Faculdade da Fundação Educacional Araçatuba – FACFEA. Araçatuba/SP – E-mail: mrgarciabio@hotmail.com.

Introdução

O estresse é uma resposta autônoma de um conjunto intrincado de áreas cerebrais, fibras e nervos que exercem controle neural sobre os órgãos internos de animais. A autonomia se refere a esta alteração fisiológica, caracterizada como uma resposta a um estímulo externo ou interno, representado por ausência de controle da consciência. (FACURE, 2010).

As primeiras redes de células nervosas surgiram nos cnidários (hidras, corais, medusas ou águas-vivas) resultado de 1 bilhão de anos de evolução, considerado o sistema mais simples para estudo. A arquitetura neurofisiológica segue o caminho da evolução através de um princípio inicial de centralização de células nervosas. O segundo princípio surge nos vermes (platelmintos), a cefalização: concentração de células nervosas no pólo cefálico ou anterior do animal. (DALGALARRONDO, 2011) Esse processo evolutivo de concentração de células cefálicas continua até nossos dias com a construção da estrutura orgânica mais complexa até então, o cérebro humano.

O estresse como resposta fisiológica neuroendócrina resulta de princípios evolutivos que construíram a arquitetura nervosa e endócrina durante todos estes anos, portanto necessariamente considerada uma resposta adaptativa aos estímulos pertinentes ao estilo de vida que estes seres vivos apresentavam durante todo o percurso da evolução. Por adaptação, entende-se: “a variação hereditária do sucesso reprodutivo que melhora a performance reprodutiva, produzindo um estado chamado de adaptação”. (STEARNS; HOEKSTRA, 2003, p. 13). Portanto, gerações de espécimes com responsividade ao estresse foram selecionadas a partir da seleção sexual, deixando descendentes responsivos ao estresse, caracterizando-o como um traço característico de grande valor adaptativo.

O sistema de transmissão noradrenérgico apresenta-se em um conjunto de núcleos concentrados no *locus ceruleus*, que envia sinais através dos seus axônios para todo o córtex cerebral e para o diencéfalo, inclusive para o hipotálamo, onde são produzidos os fatores hipotalâmicos que estimulam a hipófise na produção do hormônio Adrenocorticotrófico (ACTH), que regula a resposta ao estresse e estimula a glândula adrenal a produzir adrenalina e cortisol. As células noradrenérgicas são encontradas em abundância no órgão hipotalâmico de vertebrados, que produzem *inpute output* de noradrenalina para diversas áreas cerebrais de todos os vertebrados estudados até o momento. (DALGALARRONDO, 2011).

Este artigo discute o estresse como condição adaptativa às necessidades da vida moderna, devido aos inúmeros estressores prevalentes em nosso cotidiano. O limiar entre estresse agudo e estresse crônico depende da responsividade e da natureza das relações do

indivíduo com os estressores que prevalecem em seu ambiente. Portanto, se faz necessário discutir o estresse em seu caráter adaptativo, pois o contexto sociocultural atual é considerado agressivo à vida humana, com muitos estressores que não existiam ou que se apresentavam com pouca prevalência, frequência e intensidade no cotidiano da vida humana moderna.

Estresse e Evolução

Os vertebrados apresentam um sistema nervoso com grande complexificação evolutiva em termos de desenvolvimento do cérebro (DALGALARRONDO, 2011). Devido a esta complexidade cerebral, Ridley (2006), conclui que aumentou significativamente o número de genes nos vertebrados para a estrutura nervosa. Para a evolução do sistema nervoso dos vertebrados, de acordo com Swanson (2003), foi fundamental o aparecimento dos genes Hox, que promoveram a arquitetura complexa do sistema nervoso dos vertebrados, coordenando a sequência e a ordem na construção do corpo e do sistema nervoso durante o desenvolvimento embrionário.

A evolução cerebral produziu estruturas complexas e de alta adaptabilidade à ação comportamental dos vertebrados, como o hipotálamo, estrutura com funções vegetativas relacionadas ao controle da temperatura corporal, sono, ritmos biológicos, alimentação, consumo de água e as funções endócrinas, reprodutivas e emocionais. (DALGALARRONDO, 2011). A resposta fisiológica ao estresse inicia-se com o estímulo do estressor sobre o hipotálamo, especificamente nos centros sensoriais, nas áreas de raciocínio e na amígdala (percepção e resposta ao medo), independente das características dos estressores.

A resposta ao estresse pode ser por meio de uma via de ação rápida, onde o hipotálamo envia uma mensagem neural pela medula espinhal ativando o sistema simpático, que estimula a medula da glândula adrenal a liberar adrenalina na circulação, que consequentemente, estimula as células corporais, as glândulas endócrinas e o cérebro; ou lenta, onde o hipotálamo produz corticotropina (CRH) para hipófise, que libera hormônio adrenocorticotrópico (ACTH) para atuar sobre o córtex da glândula adrenal estimulando-a a liberar cortisol no sistema circulatório, que por sua vez ativa as células corporais, as glândulas endócrinas e o cérebro. (SAPOLSKY, 2003).

Os vertebrados evoluíram para um comportamento mais ativo na busca do alimento: captura de alimentos e predação eficiente (DALGALARRONDO, 2011), para isso, se fez necessária uma resposta neuroendócrina eficaz e autônoma, como a resposta ao estresse.

Os mamíferos como todos os vertebrados apresentam a resposta aos estressores através do eixo Hipotálamo-Hipófise-Adrenal e, tem estruturas como tálamo e hipotálamo mais desenvolvidas que nos vertebrados mais simples. No entanto, a expansão do córtex e das áreas cerebrais varia entre as ordens de mamíferos, se acentuando em especialização e complexificação entre os primatas. (DALGALARRONDO, 2011).

O homem e suas estruturas cerebrais se modificaram com o passar de todos estes anos, o que denominamos evolução biológica. Os mecanismos que foram selecionados na evolução para a solução de problemas de sobrevivência, reprodução e adaptação aos desafios ecológicos específicos ocorreram em ambientes ancestrais muito diferentes do atual. (DALGALARRONDO, 2011).

Desta forma, considera-se hipotético que o tempo cronológico de transformações advindo dos últimos 10 mil anos, que caracterizaram modificações abruptas no ambiente humano é muito intenso em relação às mudanças que ocorreram em um passado remoto da humanidade. As alterações cumulativas perduraram por milhões de anos, então no contexto atual de grandes modificações no ambiente humano, estes traços evolutivos ainda marcam os mecanismos biológicos e adaptativos à sobrevivência (DALGALARRONDO, 2011). Com isso, presume-se que a condição adaptativo estresse pode ser considerada relativa ao contexto, pois os mecanismos adaptativos biológicos podem não acompanhar cronologicamente as mudanças ambientais e culturais ocorridas nos últimos anos. Apesar de o estresse ser um mecanismo fisiológico adaptativo, pode não ser adaptativo em condições extremas de respostas repetitivas (SELYE, 1956). Assim, não se discute o caráter adaptativo da resposta ao estresse, mas o limiar entre o estresse adaptativo e não adaptativo, que se relativiza com o aparecimento dos novos estressores no contexto da vida moderna.

Estresse Agudo e Crônico

Sapolsky (2003) considera agudo o estresse adaptativo, mas as repetições contínuas dos estímulos estressores podem torná-lo crônico, pois estas desencadeiam um mecanismo de retroalimentação que induz uma região do cérebro chamada *locus ceruleus* a liberar norepinefrina, que em consequência, estimula a amígdala a produzir mais CRH reativando o sistema indutor do estresse. Portanto, o estresse agudo é adaptativo, mas a manutenção de seus efeitos em longo prazo pode levar ao estresse crônico, gerador de imunodepressão do sistema imunológico e muitas doenças, por isso, não adaptativo.

Estressor, de forma simples, é um fator ambiental que ativa ou estimula a resposta ao estresse (KOLB; WHISHAW, 2002), mas em seres humanos, outros fatores levam ao estresse: o ambiente social (insalubridade) e o mundo interno (sentimentos) (CATALDI, 2002). Para Lipp (1996), qualquer desequilíbrio homeostático, que exija adaptação a situações novas, positivas ou negativas, constitui-se um estressor.

Os principais sinais e sintomas decorrentes do estresse podem ser físicos ou psicológicos. Os sintomas físicos mais comuns podem ser: aumento da sudorese, tensão muscular, taquicardia, hipertensão, hiperatividade, náuseas, mãos e pés frios. Enquanto os sintomas psicológicos se caracterizam por ansiedade, tensão, angústia, insônia, alienação, dificuldades interpessoais, déficit de atenção, preocupação excessiva, pensamento fixo no estressor, dificuldade de relaxar, ira e hipersensibilidade emotiva (LIPP, 1996).

De acordo com Kendler et al. (1999) a exposição a eventos estressores é substancialmente influenciada por fatores genéticos, o que causa grandes variações na sintomática do estresse. Lipp (1996) assegura que a predisposição gênica influencia significativamente o processo do desenvolvimento do estresse.

Para Kendler et al. (1999) a variação individual é um fator causal nas manifestações da severidade do estresse, pois a responsividade genética pode ser um fator de risco para o aparecimento de outras doenças. A multicausalidade de transtornos mentais apresenta influência genética e ambiental, então é aceitável biologicamente relacionar os eventos estressores, o surgimento dos sintomas do estresse e dos transtornos mentais.

Os efeitos do estresse atingem a população mundial significativamente e pode levar a sérios riscos a saúde física e mental. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o estresse afeta 90% da população do mundo e está associado à ocorrência de diversas doenças patológicas, metabólicas, cardiovasculares, gastrointestinais, distúrbios do crescimento, câncer, depressão, distúrbios reprodutivos e doenças infecciosas, entre muitas outras.

Exigências da Vida Moderna

Com o avanço das tecnologias surgiram novas possibilidades de trabalho, novas exigências dentro do tempo diário individual, a que se chamava “hora de descanso”. De acordo com Rio (1995), o homem primitivo trabalhava até 20 horas semanais, caçava, pescava, colhia frutos, sofria a pressão dos perigos iminentes e naturais da época, como predadores, fenômenos naturais e rivais de outras tribos, considerados estressores.

Naturalmente, estes estímulos são menos prevalentes e frequentes que os estressores atuais, a magnitude dos estressores é eminentemente maior no contexto moderno.

O trabalho braçal diminuiu gradativamente e, por consequência do desenvolvimento intelectual e tecnológico, gradativamente e cada vez mais, está se substituindo por trabalhos operacionais, técnicos e intelectuais. Segundo Rio (1995), durante séculos a humanidade se ocupou de trabalhos braçais, que ao pôr-do-sol se findava para o descanso noturno.

O advento da Revolução Industrial ampliou as horas diárias de trabalho e estimulou o deslocamento do homem do campo para a cidade, aumentando a população urbana com o surgimento destas grandes aglomerações. “As cidades são ecossistemas criados pelos seres humanos. Apesar de ocupar apenas 2% da superfície da Terra, estas consomem 75% dos recursos naturais globais e produzem 80% da poluição” (DIAS, 2006). As cidades se tornaram ambientes com muitos estressores ambientais, consequência do acelerado crescimento desorganizado.

A era da tecnologia facilitou a vida do homem em alguns aspectos, diminuindo o trabalho braçal e a exposição ao sol e ao calor mais o tempo de lazer, pelo contrário, diminuiu e o homem passou a ter uma vida sedentária e muito mais desgastante e estressante (Rio, 1995). Surgem então, os estressores modernos, os laborais, com extensas horas de trabalho que se estendem ao período noturno.

Com a industrialização e conseqüente uso de recursos, surgem alterações no ambiente, como a alteração climática, que afeta, segundo Oliveira e Alves (2012), o acesso à água, produção de alimentos, saúde e o ambiente urbano. Estas mudanças potencializam os estressores urbanos, refletindo na resposta ao estresse. Narvaes (2012, p. 141) conceitua especificamente “estresse ambiental como a alteração de algum elemento abiótico (temperatura, umidade, pH, entre outros) que provoca resultados negativos nos seres vivos de um ecossistema ou comunidade”.

A condição adaptativa e não adaptativa do estresse

Os estressores ambientais (ameaças) podem despertar o medo, que ativam a resposta ao estresse, um estado de alarme, que promove alterações autônomas e endócrinas para a auto-preservação do indivíduo (RODRIGUES et al., 2009). A condição de auto-equilíbrio sinaliza a adaptabilidade da resposta, o que difere da capacidade do indivíduo de se “adaptar” a situações novas do cotidiano, que causem situações de alarme contínuas provocando o

estresse crônico ou não adaptativo. O estresse crônico não é considerado adaptativo, pois configura estados patológicos (SAPOLSKY, 2003).

Estudos sobre a biologia do estresse mostram que estressores ambientais e sociais têm efeitos deletérios sobre a função reprodutiva em vertebrados. A sociedade humana recebe o impacto das mudanças climáticas e socioculturais, bem como de poluentes que podem causar desequilíbrio endócrino, podendo bloquear o eixo hipotálamo-hipófise-gônadas, causando resistência do sistema reprodutivo para as ações dos glicocorticosteróides (WINGFIELD; SAPOLSKY, 2003).

De acordo com Rodrigues et al. (2009), os hormônios do estresse fornecem resposta (“*feedback*”) para as estruturas neurais do cérebro que controlam e influenciam a emoção e a cognição. Os mediadores endócrinos do estresse influenciam na aquisição, expressão, consolidação e extinção de memórias emocionais e, também, influenciam as propriedades morfológicas e eletrofisiológicas de neurônios em áreas do cérebro que são cruciais para os processos de medo condicionado, incluindo a amígdala, hipocampo e córtex pré-frontal.

O sistema nervoso adulto não é estático mas, em vez disso, pode mudar, pode ser reformulado pela experiência. O estresse pode alterar a plasticidade do sistema nervoso, inclusive o sistema límbico. Uma das áreas mais afetadas é o hipocampo, que apresenta muitos receptores de corticosteróides. A exposição prolongada destas substâncias pode produzir quadros patológicos, incluindo diabetes resistente à insulina, hipertensão, imunossupressão e deficiências reprodutivas (SAPOLSKY et al., 2000).

Considerações gerais

A vida moderna impõe exigências e com ela surgem novos estressores prevalentes nos ambientes sociais. Os estressores modernos implicam em situações prevalentes de estresse, conseqüentemente a condição adaptativa da resposta a estas situações se torna não adaptativa, pois causa prejuízos à saúde humana. O ser humano está sujeito às exigências deste novo estilo de vida e a resposta ao estresse é autônoma e sujeita à influência do ambiente, que podem levar a alterações plásticas cerebrais permanentes, transtornos mentais, entre outros estados patológicos que inviabilizam temporária ou permanentemente a condição social do indivíduo.

Referências

- CATALDI, M.J.G. **O stress no meio ambiente de trabalho**. São Paulo: LTR, 2002.
- DALGALARRONDO, P. **Evolução do Cérebro: sistema nervoso, psicologia e Psicopatologia sob a perspectiva evolucionista**. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- DIAS, G.F. **Atividades interdisciplinares de educação ambiental**. 2.ed. São Paulo: Gaia, 2006.
- FACURE, N.O. **O cérebro e a mente: uma conexão espiritual**. 3.ed. São Paulo: FE Editora Jornalística, 2010.
- KOLB, B.; WHISHAW, I. **Neurociência do Comportamento**. Barueri, SP: Editora Manole, 2002.
- KENDLER, K.S.; KARKOWSKI L.M.; PRESCOTT, C.A. Causal relationship between stressful life events and the onset of major depression. **Am J Psychiatry**, n.156, p. 837-841, 1999.
- LIPP, M.E.N. **Pesquisas sobre estresse no Brasil: saúde, ocupações e grupos de risco**. Campinas: Papirus, 1996.
- NARVAES, P. **Dicionário Ilustrado de Meio Ambiente**. 2.ed. São Caetano do Sul, SP: Yendis Editora, 2012.
- OLIVEIRA, R. di F.; ALVES, J.W.S. **Mudanças Climáticas Globais no Estado de São Paulo**. São Paulo: SMA, 2011.
- RIDLEY, M. **Evolução**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- RIO, R. P. do. **O fascínio do stress**. Belo horizonte: Del Rey, 1995.
- RODRIGUES, S. M.; LEDOUX, J. E.; SAPOLSKY, R. M. The Influence of Stress Hormones on Fear Circuitry. **Annual Review of Neuroscience**, Nova York, v. 32, jul. 2009.
- SAPOLSKY, R. Assumindo o controle do estresse. **Scientific American**, São Paulo, v. 13, n.1, out. 2003.
- SAPOLSKY, R. M. Stress and Plasticity in the Limbic System. **Neurochemical Research**, v. 28, n. 11, nov. 2003.
- SAPOLSKY, R.; ROMERO, M.; MUNCK, A. How do glucocorticoids influence the stress-response? Integrating permissive, suppressive, stimulatory and preparative actions. **Endocr.Rev.**, v. 21, 2000.
- SELYE, H. **Stress in health and disease**. Boston: Butterworths, 1976.
- STEARNS, S. C.; HOEKSTRA, R.F. **Evolução: uma introdução**. São Paulo: Atheneu Editora, 2003.

SWANSON, L.W. The Architecture of nervous systems. In: Squire L.R.; BLOOM F.E.; McCONNEL, S.K.; ROBERTS, J.L.; SPITZER, N.C.; ZIGMOND, M.J. Fundamental Neuroscience. 2nd ed. Amsterdam: Academic Press, 2003.

WINGFIELD, J.C.; SAPOLKY, R.M. Reproduction and Resistance to Stress: When and How. **Journal of Neuroendocrinology**, v. 15, n. 8, aug. 2003.