

NEUROBIOLOGIA DA RESILIÊNCIA: EM BUSCA DE LESÃO POR UM FUTURO CONSCIENTE

Sofia Nobre Frank

Investigadora PosDoc – Resiliência e Qualidade de Vida (Cepese/FCT)
Doutorada em Psicologia – Desenvolvimento e Intervenção Psicológica pela Facultad de Educación -
Universidad de Extremadura, Badajoz - España

Florencio Vicente Castro

Catedrático de Psicologia Facultad de Educación da Universidad de Extremadura, Badajoz (Espanña).

<http://dx.doi.org/10.17060/ijodaep.2016.n1.v2.154>

Fecha de Recepción: 5 Febrero 2016

Fecha de Admisión: 15 Febrero 2016

ABSTRACT

This investigation brings to light the relevant biomarkers to resilience, through a scientific revision, by resemblance to the neurological methodology of cerebral damaged structures that for understand the functions of the damaged structures, observe which functions should be activated and aren't, we examine the pathologies which the most expressive functions of resilience – socials, adaptability and flexibility – are compromised. The case of PTSD, for evident nature of coping stress/trauma strategies, as well as ASPD and Autism assumed by scientific literature as resulting from not only environmental conditions – same to say with potentiality to aggravate the pathologic situation or benefit from it, and then so, not necessarily irreversible in amplitude, although more of its etiology are still to be enlightened – but also resulting of congenic conditions and observable since firsts life cycles, unlike the Psychotic, Humor Disorders or other from the Anxiety domain, which ones could emerge throughout any life cycle or which have other compromised functions than those whose dominant diagnostic criteria correspond to those functions we want to observe. Therefore, we concluded that the most relevant biomarkers to resilience are: oxytocin and vasopressin, cortisol, dehydroepiandrosterone, glycose, catecholamine and serotonin.

Key-words: Resilience, Biomarkers, Post-Traumatic Stress Disorder, Anti-Social Personality Disorder and Autism

RESUMO

Este estudo traz a luz os marcadores biológicos relevantes para a resiliência, através de uma revisão sistematizada da literatura, e à semelhança do estudo das lesões cerebrais, que para tentar compreender as funções dessas estruturas lesionadas, observam-se quais as funções que deveriam

e não estão activas, fomos estudar as patologias em que as funções mais expressivas de resiliência – sociais, de adaptabilidade e flexibilidade – estão comprometidas. Caso da Perturbação Pós-Stress Traumático, pela sua natureza evidente de gestão do *stress*/trauma, bem como da Perturbação Anti-Social da Personalidade e Autismo, por serem patologias indicadas pela literatura – pese embora ainda muito da sua etiologia por esclarecer – resultantes de condicionalismos não somente ambientais – ou seja, com potencialidade para agravar a situação patológica ou beneficiar das condições ambientais, e por isso não necessariamente irreversíveis na sua amplitude – mas também resultantes de condicionalismos congénitos e observáveis desde os primeiros ciclos de vida, contrariamente às Perturbações Psicóticas, de Humor, ou outra do domínio da Ansiedade, as quais podem surgir ao longo dos vários ciclos da vida, ou terem outras funções comprometidas que não aquelas cujos critérios de diagnóstico dominante corresponda às funções que pretendemos observar. Assim, concluímos que os marcadores mais relevantes são: oxitocina e vasopressina, cortisol, dehidroepiandrosterona, glicose, catecolaminas e serotonina.

Palavras-chave: Resiliência, Biomarcadores, Perturbação Pós-Stress Traumático, Perturbação Anti-Social da Personalidade e Autismo

ESTADO DA ARTE

Segundo Cicchetti (2010), os estudos da resiliência têm contemplado sobretudo a avaliação de indivíduos em ambientes hostis, de forma a provarem a sua “magia adaptativa” ou resiliência. Mais recentemente Wu et al (2013) referem que são investigados os sistemas neurobiológicos da resiliência, recorrendo a estudos comparativos com indivíduos expostos a trauma que desenvolveram sintomas de Perturbação de Pós-Stress Traumático e não desenvolveram (resilientes).

A revisão sistemática da literatura científica confirma a importância da gestão emocional para a expressão da resiliência e tal como sublinham Karreman & Vingerhoets (2012), as competências emocionais e sociais são de vital importância, uma vez que são estas que permitem responder a situações de crise e/ou de necessidade de adaptação.

Segundo Schwerdtner, Sommer, Weber & Muller (2004a, 2006b) as áreas envolvidas na emoção são a amígdala, o hipocampo e o córtex medial pré-frontal. Especificamente segundo Bowirrat et al (2010) o trauma produz respostas neuroquímicas com efeitos a longo prazo que incluem a magnitude das catecolaminas e cortisol, e sugerem ainda o estudo dos sistemas serotoninérgicos, glucocorticóides e neuropeptídeo Y.

INTRODUÇÃO

Para se estudar com rigor a resiliência que contempla a necessária gestão das emoções e resistência ao *stress* considerámos pertinente estudar as psicopatologias com comprometimento da competência mais relevante para a resiliência, ou seja, a eficaz gestão das emoções e inerente capacidade de adaptação e recuperação da homeostase.

Neste sentido, revimos a literatura científica naturalmente sobre as bases neurobiológicas da Perturbação de Pós-Stress Traumático (PPST), bem como as patologias que se podem verificar desde o início do ciclo de vida, como a Perturbação Anti-Social da Personalidade (PASP) pela descrição que oferece sobre o desenvolvimento de “personalidades negras” como no caso dos vulgo psicopatas bem-sucedidos – o que poderia remeter para serem considerados indivíduos resilientes, uma vez que revelam total controlo em situações adversas e de ameaça da própria vida – revelando a literatura científica todavia que estes indivíduos nascem com um padrão neuronal típico, não elaboram/processam emoções, principalmente devido a comprometimento da função empática e necessidade de recuperação do equilíbrio homeostático, assim como também a Perturbação do Espectro Autista (PEA) pelo comprometimento das funções cruciais para a resiliência, a empática e de regulação do *stress*.

PASP

Relativamente à Perturbação Anti-Social da Personalidade (PASP) observa-se que as estruturas cerebrais de indivíduos com esta patologia revelam diferenças em termos de processamento da informação, emoção, motivação, atenção e vontade para a processar. Indivíduos com PASP apresentam um volume reduzido da amígdala e reconhece-se a importância do eixo hipotalâmico-pituitário-adrenal (HPA) e como principais lobos envolvidos no desenvolvimento desta patologia os límbico-temporo-pré-frontal, tal como mostraram Pridmore, Chambers & McArthur (2005), Deeley et al. (2006), Weber, Habel, Amunts & Schneider (2008), Hawes, Brennan & Dadds (2009), Yang, Raine, Narr, Colletti & Toga (2009a, 2009b).

Os vulgo psicopatas, no caso dos bem-sucedidos, demonstram grande resistência ao *stress*, uma vez que em termos psicobiológicos não esgotam os recursos cognitivos, como a atenção e memória, ou processamento superior, mesmo quando perante grande carga emocional ou em situações adversas; muito pelo contrário, tal como um animal predador preparam-se para a luta, activando os mecanismos de defesa. Tais indivíduos conseguem manter a temperatura, a tensão arterial, o batimento cardíaco em estados equilibrados e controlados, observando-se ainda um aumento de adrenalina e activação muscular, o que lhes confere grande resistência ao *stress*, como descrevem Hinterhuber (2008), Hoff, Beneventi, Galta & Wik (2009), Kumari et al. (2009), Lobbstaal, Arntz, Cima & Chakhsi (2009), Diamantopoulou, Verhulst & van der Ende (2009), Fontaine, Yang, Dodge, Pettit & Bates (2009), Glass & Newman (2009).

Assim, no caso da PASP existe uma incapacidade para processar a emoção ao ponto de sentir dor ou angústia, medo, empatia ou compaixão, todavia com total capacidade para tomada de decisão e sentir prazer, tal como advertem Hansen et al (2007a, 2008b), Weber, Habel, Amunts & Schneider (2008); Lahey, Michalska & Akitsuki (2008), Shamay-Tsoory, Harari, Aharon-Peretz & Levkovitz (2009), Yang, Raine, Narr, Colletti & Toga (2009a, 2009b), Shirtcliff et al (2009).

Gallardo-Pujol, Forero, Maydeu-Olivares & Andrés-Pueyo (2009) confirmaram que o comportamento violento estava ligado a determinadas alterações cerebrais, em termos estruturais ou funcionais e níveis bioquímicos, salientando todavia a importância da influência dos factores ambientais, observando que indivíduos com estas alterações cerebrais e que sofreram vários maus-tratos, estão mais predispostos a comportamentos anti-sociais, sugerindo que esta interacção é biologicamente relevante, podendo trazer a luz os mecanismos biológicos que podem explicar a etiopatogenia do comportamento anti-social.

Fox, Kvaran & Fontaine (2011) referem faltarem atributos morais aos indivíduos com PASP, sendo estes: falta de empatia pelas condições adversas dos outros, não distinguirem a diferença entre regras convencionais e morais, estando a sua capacidade de raciocínio moral ao nível de uma criança menor de 4 anos.

PEA

Durante décadas o autismo foi entendido enquanto fruto de vinculação não adequada, actualmente este modelo volta a ser questionado, uma vez que a neurobiologia do autismo revela alterações nos sistemas que regulam os laços afectivos e sociais, pois segundo Miller et al (2013), Weisman, O., Zagoory-Sharon, O. & Feldman, R. (2012), Bales, K.L. & Perkeybile, A.M. (2012), Aiello & Whitaker-Azmitia (2011), Campbell et al (2011), Brang, D. & Ramachandran, V.S. (2010), Hadjikhani, N. (2010) e Gurrieri & Neri (2009) é reconhecida como uma perturbação neurodesenvolvimental com desregulação do sistema da oxitocina e vasopressina primordialmente, que se traduz por uma incapacidade de processar a emoção ao ponto de “sentir o outro”. Kortessluoma, S. & Karlsson, H. (2011) sublinham que uma vez que a oxitocina tem sido reportada enquanto modulador do comportamento humano, em várias interacções sociais, e uma vez que a ligação entre mãe

NEUROBIOLOGIA DA RESILIÊNCIA: EM BUSCA DE LESÃO POR UM FUTURO CONSCIENTE

e criança enquanto a primeira relação social é por conseguinte fundamental, a qualidade da vinculação pode afectar a sensibilidade do sistema de regulação do *stress*, através da modulação do desenvolvimento do sistema da oxitocina da criança.

No caso dos indivíduos com PASP, pese embora também lhes seja reconhecida a mesma incapacidade de “sentir o outro”, existe vontade de satisfação de desejos, e a sua conduta anti-social manifesta-se por se sentirem motivados a utilizar a violência como forma de facultar ao organismo o equilíbrio biológico necessário, para fazer face à usual função fisiológica “lentificada”, procurando os estímulos necessários para combater a desagradável sensação de baixa frequência cardíaca, como avançaram Hansen et al (2007a, 2008b).

PPST

Verifica-se igualmente nos indivíduos com Perturbação de Pós-Stress Traumático (PPST) incapacidade no processamento da emoção. Skelton, Ressler, Norrholm, Jovanovic & Bradley-Davino (2012) referem que três sistemas neurológicos primários envolvem a etiologia e manutenção da PPST: o eixo HPA, o sistema nora-adrenérgico do locus-coeruleus e o neuro-circuito de interconexão do sistema límbico com o córtex frontal. Revelando-se o trauma o agente bloqueador, uma vez que se observa nestes indivíduos uma tendência de anestesiar as emoções - embotamento emocional - o que os leva a recorrer a estratégias de evitamento de situações, pessoas ou lugares que possam despertar ou lembrar a vivência traumática, tal como elucidaram Miller et al (2011), Radant et al (2009), Jovanovic et al (2010), Pervanidou & Chrousos (2010), Nowotny et al (2010) e Bauer, Wiek, Lopes, Teixeira & Grassi-Oliveira (2010).

E finalmente atendendo a Barraza et al (2013) que esclarecem que a oxitocina modula o funcionamento do eixo HPA regulando processos sociais, e se os estudos clínicos de administração de oxitocina intranasal têm sido até agora feitos com adultos jovens e para tratamento de sintomas de um número de perturbações psicológicas como o autismo, esquizofrenia e depressão, porque não nos casos da PASP e PPST?

CONCLUSÕES

O facto é que seja por intermédio de um agente bloqueador como o trauma (PPST), necessidade de recuperar o equilíbrio homeostático (PASP) ou por patologia neurodesenvolvimental (PEA), o certo é que existe comprometimento de processamento emocional que condiciona a vida e o bem-estar do próprio indivíduo e frequentemente com sérias repercussões na vida dos seus próximos, literalmente em distância e afectos

E o certo também é que sabendo quais os sistemas neuronais em desequilíbrio, podemos intervir quer através de psicofármacos que estimulam, activam ou inibem as áreas em causa, consoante a necessária regulação do equilíbrio, quer através de psicoterapia, facultando ao indivíduo o estímulo necessário ao treino das competências emocionais, tão essenciais para a vida individual como colectiva.

E se pensarmos no indelével factor protector dos afectos na regulação destes sistemas, teremos que pensar na emoção primordial, teremos que reflectir sobre o amor, pois como Ghafoori, Hierholzer, Howsepian & Boardman (2008) e Iversen et al (2008) ressaltaram, os indivíduos com relações familiares seguras, nomeadamente vinculação romântica, mostravam menor dificuldade em conviver com o trauma. Esta emoção primordial, por si só, gera o conforto da segurança e esperança no futuro, essencial para enfrentar a adversidade, medo, para manter a motivação e energia na prossecução dos objectivos para plena realização pessoal.

E aqui neste ponto fundamental, a revisão científica demonstra que os sistemas mais relevantes e comuns a estas perturbações de défice de gestão emocional envolvem o eixo hipotalâmico-

pituitário-adrenal (HPA), com primordial destaque para a amígdala, permitindo compreender assim que os sistemas neurobiológicos mais importantes destas perturbações podem ser aqueles com maior impacto na expressão da resiliência. Indicamos assim como primordial que se estudem os sistemas da oxitocina e vasopressina, catecolaminas e serotonina, dehidroepiandrosterona, glicose e cortisol, uma vez que são os sistemas de maior relevância para a empatia e vinculação, energia, prazer, motivação e recompensa, confiança, medo, controlo e planeamento, característicos da resiliência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aiello, T.P. & Whitaker-Azmitia, P.M. (2011). Sexual differentiation and the neuroendocrine hypothesis of autism. *Anat Rec (Hoboken)* 294(10):1663-70.
- Bales, K.L. & Perkeybile, A.M. (2012). Developmental experiences and the oxytocin receptor system. *Horm Behav.* 61(3):313-9.
- Barraza, J.A., Grewal, N.S., Ropacki, S., Perez, P., Gonzalez, A. & Zak, P.J. (2013). Effects of a 10-Day Oxytocin Trial in Older Adults on Health and Well-Being. *Exp Clin Psychopharmacol.*
- Bauer, M.E., Wiek, A., Lopes, R.P., Teixeira, A.L & Grassi-Oliveira, R. (2010). Interplay between neuroimmunoendocrine systems during post-traumatic stress disorder: a minireview. *Neuroimmunomodulation.* 17:92-5.
- Bowirrat, A., Chen, T.J., Blum, K., Madigan, M., Bailey, J.A., Chuan Chen, A.L., Downs, B.W., Braverman, E.R., Radi, S., Waite, R.L., Kerner, M., Giordano, J., Morse, S., Oscar-Berman, M. & Gold, M. (2010). Neuro-psychopharmacogenetics and Neurological Antecedents of Posttraumatic Stress Disorder: Unlocking the Mysteries of Resilience and Vulnerability. *Curr Neuropharmacol* 8(4):335-58.
- Brang, D. & Ramachandran, V.S. (2010). Olfactory bulb dysgenesis, mirror neuron system dysfunction, and autonomic dysregulation as the neural basis for autism. *Med Hypotheses* 74(5):919-21.
- Campbell, D.B., Datta, D., Jones, S.T., Batey, Lee E., Sutcliffe, J.S., Hammock, E.A. & Levitt, P. (2011). Association of oxytocin receptor (OXTR) gene variants with multiple phenotype domains of autism spectrum disorder. *J Neurodev Disord.* 3(2):101-12.
- Deeley, Q., Daly, E., Surguladze, S., Tunstall, N., Mezey, G., Beer, D.,... Murphy, D.G.(2006). Facial emotion processing in criminal psychopathy. Preliminary functional magnetic resonance imaging study. *The British Journal of Psychiatry,* 189, 533-539.
- Diamantopoulou, S., Verhulst, F.C. & Van Der Ende, J. (2009). Testing Developmental Pathways to Antisocial Personality Problems. *Journal of Abnormal Psychology,* 118.
- Feldman, R. (2012). Oxytocin and social affiliation in humans. *Horm Behav.* 61(3):380-91.
- Fontaine, G., Yang, C., Dodge, K., Pettit, G. & Bates, J. (2009). Development of Response Evaluation and Decision (RED) and Antisocial Behavior in Childhood and Adolescence. *Developmental Psychology,* 45, 447-459.
- Fox, A. R., Kvaran, T. H. & Fontaine, R. G. (2011). Psychopathy and Culpability: How responsible is the psychopath for criminal wrongdoing?. http://works.bepress.com/reid_fontaine/28.
- Gallardo-Pujol, D., Forero, C.G., Maydeu-Olivares & A., Andrés-Pueyo, A. (2009) The development of antisocial behavior: psychobiological and environmental factors and gene-environment interactions. *Rev Neurol,* 48, 191-8
- Ghafoori, B., Hierholzer, R., Howsepian, B. & Boardman, A. (2008) The role of adult attachment, parental bonding, and spiritual love in the adjustment to military trauma. *Journal of Trauma and Dissociation* 9(1):85-106.
- Glass, J. S. & Newman, P. J. (2009). Emotion Processing in the Criminal Psychopath: The Role of

- Attention in Emotion-Facilitated Memory. *Journal of Abnormal Psychology*, 118, 229-234.
- Gurrieri, F. & Neri, G. (2009). Defective oxytocin function: a clue to understanding the cause of autism?. *BMC Medicine* 7:63.
- Hadjikhani, N. (2010). Serotonin, pregnancy and increased autism prevalence: is there a link?. *Medical Hypotheses* 74(5):880-3.
- Hansen, A., Johnsen, B., Thornton, D., Waage, L. & Thayer, J. (2007). Facets of Psychopathy, Heart Rate Variability and Cognitive Function. *Journal of Personality Disorders*, 21, 568-582.
- Hansen, A., Johnsen, B., Hart, S., Waage, L. & Thayer, J. (2008). Brief Communication: Psychopathy and Recognition of Facial Expressions of Emotion. *Journal of Personality Disorders*, 22, 639-645.
- Hawes, D.J., Brennan, J. & Dadds, M.R. (2009). Cortisol, callous-unemotional traits, and pathways to antisocial behaviour. *Current Opinion in Psychiatry*, 22, 357-62.
- Hinterhuber, H. (2008). Psychiatry and the assessment of human destructiveness: on the question of drawing the line between the "normal" concept of evil and psychiatric illness. *Neuropsychiatrie*, 22, 198-213.
- Hoff, H., Beneventi, H., Galta, K. & Wik, G. (2009). Evidence of Deviant Emotional Processing in Psychopathy: A fMRI Case Study. *International Journal of Neuroscience*, 119, 857-878.
- Karremen, A. & Vingerhoets, J. J. M. (2012). Attachment and well-being: the mediating role of emotion regulation and resilience. *Pers. Individ. Dif.* 53:821-826.
- Kumari, V., Das, M., Taylor, P.J., Barkataki, I., Andrew, C., Sumich, A., ... Ffytche, Dh. (2009). Neural and behavioural responses to threat in men with a history of serious violence and schizophrenia or antisocial personality disorder. *Schizophrenic Research*, 110, 47-58.
- Lobbestael, J., Arntz A., Cima M. & Chakhssi, F. (2009). Effects of induced anger in patients with antisocial personality disorder. *Psychological Medicine*, 39, 557-568.
- Lopez, A. (2011). Posttraumatic stress disorder and occupational performance: building resilience and fostering occupational adaptation. *Work*.38 (1):33-8.
- Iversen, A.C., Fear, N.T., Ehlers, A., Hacker Hughes, J., Hull, L., Earnshaw, M., ... Hotopf, M. (2008). Risk factors for post-traumatic stress disorder among UK Armed Forces personnel. *Psychological Medicine*. 38(4):511-22.
- Jovanovic, T., Norrholm, S.D., Blanding, N.Q., Phifer, J.E., Weiss, T., Davis, M., ... Ressler, K. (2010). Fear potentiation is associated with hypothalamic-pituitary-adrenal axis function in PTSD. *Psychoneuroendocrinology* 35(6):846-57.
- Kortelasma, S. & Karlsson, H. (2011). Oxytocin, a neuropeptide regulating affection and social behavior. *Duodecim* 127(9):911-8.
- Lahey, B., Michalska, K. & Akitsuki, Y. (2008). Atypical Empathetic Responses in Adolescents with Aggressive Conduct Disorder: A functional MRI Investigation. *Biological Psychology*. Acedido em 20, Novembro, 2009, em http://news.uchicago.edu/images/pdf/081107Decety_BiologicalPsi2008.pdf
- Miller, M., Bales, K.L., Taylor, S.L., Yoon, J., Hostetler, C.M., Carter, C.S. & Solomon, M. (2013). Oxytocin and Vasopressin in Children and Adolescents With Autism Spectrum Disorders: Sex Differences and Associations With Symptoms. *Autism Res.* doi: 10.1002/aur.1270.
- Miller, M.W., McKinney, A.E., Kanter, F.S., Korte, K.J. & Lovallo, W.R. (2011). Hydrocortisone suppression of the fear-potentiated startle response and posttraumatic stress disorder. *Psychoneuroendocrinology* 36(7):970-80.
- Nowotny, B., Cavka, M., Herder, C., Löffler, H., Poschen, U., Joksimovic, L., ... Kruse, J. (2010). Effects of acute psychological stress on glucose metabolism and subclinical inflammation in patients with post-traumatic stress disorder. *Hormone and Metabolic Research* 42(10): 746-53.

- Pervanidou, P. & Chrousos, G.P. (2010). Adaptation to extreme stress: post-traumatic stress disorder, neuropeptide Y and metabolic syndrome. *Progress in Brain Research*, 182:149-60.
- Pridmore, S., Chambers, A. & McArthur, M. (2005). Neuroimaging in psychopathy. *Aust N Z J Psychiatry*, 39, 856-65.
- Radant, A.D., Dobie, D.J., Peskind, E.R., Murburg, M.M., Petrie, E.C., Kanter, E.D., ... Wilkinson, C.W. (2009). Adrenocortical responsiveness to infusions of physiological doses of ACTH is not altered in posttraumatic stress disorder. *Frontiers in Behavioral Neuroscience* 3:40.
- Schwerdtner, J., Sommer, M., Weber, T. & Müller, J. (2004). Functional neuroanatomy of emotions. *Psychiatrische Praxis*, 31 Suppl 1:S66-7.
- Schwerdtner, J., Sommer, M., Weber, T. & Müller, J. (2006). The role of emotions in psychopathology. *The British Journal of Psychiatry*, 189, 533-539.
- Shamay-Tsoory, S. G., Harari, H., Aharon-Peretz, J. & Levkovitz, Y. (2009). The role of the orbitofrontal cortex in affective theory of mind deficits in criminal offenders with psychopathic tendencies. *Cortex*, 46(5):668-77.
- Shirtcliff, E., Vitacco, M., Graf, A., Gostisha, B. A., Jenna, L., Merz, B. A. & Zahn-Waxler, C. (2009). Neurobiology and Callousness: Implications for the Development of Antisocial Behavior. *Behavioral Sciences and the Law*, 27, 137-171.
- Skelton, K., Ressler, K.J., Norrholm, S.D., Jovanovic, T. & Bradley-Davino, B. (2012) PTSD and gene variants: New pathways and new Thinking. *Neuropharmacology*, 62(2):628-37.
- Weber, S., Habel, U., Amunts, K. & Schneider, F. (2008). Structural Brain Abnormalities in Psychopaths – A review. *Behavioral Sciences and the Law* 26: 7-28.
- Weisman, O., Zagoory-Sharon, O. & Feldman, R. (2012). Oxytocin administration to parent enhances infant physiological and behavioral readiness for social engagement. *Biol Psychiatry* 72(12):982-9.
- Wu, G., Feder, A., Cohen, H., Kim, J.J., Calderon, S, Charney, D.S. & Mathé, A.A. (2013). Understanding resilience. *Frontiers Behavioral Neuroscience* 7:10.
- Yang, Y., Raine, A., Colletti, P., Toga, W.A. & Narr, K.L. (2009). Abnormal temporal and prefrontal cortical gray matter thinning in psychopaths. *Molecular Psychiatry*, 14, 555-562.
- Yang, Y., Raine, A., Colletti, P., Toga, W. A. & Narr, K. L. (2009). Localization of Deformations Within the Amygdala in Individuals With Psychopathy. *Arch Gen Psychiatry*, 66, 986-994.

