

Year (Yıl) : 2020
 Volume (Cilt) : 7
 Issue Number (Sayı) : 1
 Doi : 10.5455/JNBS.1583499733

Received/Geliş 08.03.2020
 Accepted/Kabul 17.03.2020
 JNBS, 2020, 7(1):42-45

Kadir Sinan Arslan (ORCID:000-0001-9956-3847)
 Halil İbrahim Koç (ORCID:0000-0003-2562-1068)
 Korkut Ulucan (ORCID:0000-0002-1304-9386)

EGZERSİZ VE OKSİTOSİN

EXERCISE AND OXYTOCIN

Kadir Sinan Arslan¹, Halil İbrahim KOÇ¹, Korkut Ulucan^{2*}

Etik kurul onayı: B.08.6.YÖK.2.ÜS.0.05.0.06/2017/197 sayılı etik kurul onayı T.C. Üsküdar Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı tarafından verilmiştir(26.07.2017).

Öz

Oksitosinin hormon olarak öneminin yanı sıra ilk sekansı çıkarılan ve sentezi yapılan peptid hormon olması dolayısıyla da 1950'lerden beridir üzerine çokça çalışılmış bir hormondur. 1953'de Vincéd du Vigneud tarafından ilk defa sentez edilip 1955'de Nobel Ödülü almasını sağlamıştır. Oksitosinin psikolojik bozukluklar ve davranış üzerine etkisi insanlarda ve hayvanlarda yapılan birçok çalışma ile gözlemlenmiş olup, bu bozukluklardaki rolü üzerine halen araştırmalar yürütülmektedir. Bu derlemede oksitosinin duygu ve davranıştaki bağlanma rolü ele alınarak spor ve egzersizin bu davranışlara etkisi olup olmadığı incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: oksitosin, egzersiz, çift terapisi, duygusal bağlanma, spor

Abstract

Oxytocin, the first sequence of the peptide hormone was extracted and synthesized in addition to the importance of oxytocin as a hormone. It was synthesized for the first time in 1953 by Vincéd du Vigneud, and in 1955 received the Nobel Prize. The effect of oxytocin on psychological disorders and behavior has been observed in many studies in humans and animals. In this review, the emotional commitment and behavioral role of oxytocin was examined and the effect of sport and exercise on these behaviors was investigated.

Keywords: oxytocin, exercise, couple therapy, emotional commitment, sport

¹ Marmara University, Institute of Health Sciences, Department of Medical Genetics, Istanbul, Turkey

² Üsküdar University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Molecular Biology and Genetics, Istanbul, Turkey.

*Sorumlu Yazar: ²Üsküdar University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Molecular Biology and Genetics, Istanbul, Turkey.

e-mail: korkutulucan@hotmail.com

Oksitosinin Yapısı ve Oksitosin Reseptörü

Oksitosin sentezinden sorumlu olan gen (OXT) 20. Kromozomda (20p13) lokalizedir. Ürünü olan oksitosin ise 9 aminoasitten oluşan kısa, peptid yapısında bir hormondur. Hipotalamusun paraventricüler nükleusunda sentezlenip posterior hipofizden salgılır. En önemli görevi doğum sırasındaki servikal ve uteral gerilmenin sağlanması ve doğumun kolaylaştırılmasıdır. Doğumdan sonra ise süt salınımını sağlayarak emzirmeye yardımcıdır. Son zamanlarda oksitosin metabolizması ile yapılan çalışmalar bu hormon metabolizmasının eşler arasındaki bağ, anksiyete, sosyopatik ve psikopatik gibi durumlarla da ilişkisini ortaya koymuştur. Sportif anlamda düşünüldüğünde takım ruhu ve birliği ile ilgili konularda oksitosin metabolizmasının önemli olduğu bilinmektedir.

Oksitosin etkisini reseptörüne bağlanarak gösterir. Reseptörü (oksitosin reseptörü) *OXT* geni tarafından kodlanır ve 3p25.3 de lokalizedir, 17 kb uzunluğundadır (Inoue ve ark., 1994). Üzerinde çok fazla SNPs (Tek Nükleotit Polimorfizmi) bulundurmaktadır (Ivell ve ark., 2001). Ayrıca bu reseptörlerin ilk olarak memelilerde meme bezlerinin myom trial düz kas hücrelerinde ve miyoepitelial hücrelerinin plazma membranında yer aldığı gösterilmiştir. Oksitosin reseptörü G proteinine bağlı reseptör sinyal iletim kaskadının tetikleyicisidir ve 7 hidrofobik α -helikal transmembran domainine sahip tipik bir üyesidir (Gimpl ve Fahrenholz., 2001). Bu reseptörler Meme bezlerine ek olarak kalpte (Gutkowska ve ark., 1997), vasküler endotelde (Thibonnier ve ark., 1999) hipotalamusta, anterior hipofizde bulunurlar (Douglas ve Ludwig., 2000; Kimura ve ark., 2003). *OXT* geni ile ilgili yapılan çalışmalarda rs53576 polimorfizminin (G-A değişimi) üzerinde yoğunlaşmış olup, bu polimorfizm ile ilişkili anlamlı sonuçlar elde edilen çalışmalar bulunmaktadır (Meyer-Lindenberg ve ark., 2011).

Davranış ve Psikolojik Bozukluklar Üzerine Etkisi

Oksitosinin asıl görevi doğum sırasında rahim kasılmalarının gerçekleştirilmesi ve süt kanallarının çevresindeki düz kasların kasılmasını sağlayarak sütün emilimine yardım etmektir. Son yıllarda oksitosin seviyesinin sadece anne-çocuk ilişkisinin değil yetişkin bireyler arasında da sevgi ve saygı duygusunun oluşması ve gelişmesine etki ettiği iddia edilmektedir. Ancak bu görüşleri destekleyebilecek yeterli sayıda çalışmalar olmasa da yapılan hayvan çalışmaları göstermiştir ki plazmalarında oksitosin seviyesi yüksek olan farelerin yavrularıyla daha çok ilgilendikleri ve oksitosin antagonisti verilen farelerde annelik davranışının azaldığı gözlemlenmiştir (Hollander ve ark., 2003). Oksitosinin, anne-çocuk ilişkisini pekiştirmenin yanı sıra doğum sonrası depresyon ve stresle baş etme becerisi ile de ilişkisinin olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışmalarda normal doğum yapan kadınların sezaryen yapanlara göre doğum sonrası depresyon sıklığının daha az olduğu, stresle baş etme becerilerinin daha iyi olduğu belirtilmiştir (Uvnäs-Moberg ve ark., 1990; Landry ve ark., 1998; Uvnäs-Moberg, 1998).

Oksitosinin bu etkilerinin en önemli sebeplerinden birisinin stresle tetiklenen kortizol salınımını baskılaması, dolayısıyla da güven duygusu meydana getirip anksiyeteyi azaltması olduğu düşünülmektedir (Heinrichs

ve ark., 2003; Kosfeld ve ark., 2005). Ayrıca oksitosinin birçok psikiyatrik bozuklukla ilişkisi araştırılmış olup çok sayıda çalışmada oksitosin seviyesinde agresyon, madde bağımlılığı, yeme bozukluğu, kişilik bozuklukları, obsesif kompulsif bozukluk (OKB), travma sonrası stres bozukluğu (TSSB), yaygın anksiyete bozukluğu (YAB), duyu durum bozuklukları, hiperaktivite ve otizm gibi hastalarla sağlıklı bireyler arasında fark olduğu tespit edilmiştir. Bu hastalıklara ek olarak şizofreni gibi hastalıklarda da terapötik etkiyi araştıran literatürde de çalışmalar yer almaktadır (Ishak ve ark., 2011; Say ve Müjdecı, 2016). Birbirine çelişkili sonuçları raporlayan farklı çalışmalar olması ile birlikte obsesif kompulsif bozukluk (OKB) yaşayan hastalarda oksitosin seviyesinin artması ile hastalığın belirtilerinde azalma görüldüğünü kanıtlayan çalışmalar da bu terapötik etkilere bir örnek niteliğindedir (Altemus ve ark., 1994).

Oksitosin ve Güven İlişkisi

Toplumsal davranışta da oksitosinin etkili olduğu, uyumlu kişilerin oksitosin miktarının çok daha fazla olduğu ve insanlara güveni arttırdığı tespit edilmiş ve davranış bilimlerinde oksitosinin Liquid trust olarak anılmasına sebep olmuştur (Mikolajczak ve ark., 2010). Davranış bilimlerinde oksitosinin ayrıca karşılıklı güven, toplumsal davranış, cömertlik, yüz okuma ve karşısındaki duygularını anlama gibi etkileri araştırılıp bunlarla da bağlantılı olabileceği savunulmuştur (Bartz ve ark., 2011).

Çiftler Arası Bağlanma ve Oksitosin

İnsanlarda yapılan çift kör plasebo kontrollü bir çalışmada çiftlere tartışmadan önce intranasal oksitosin verilmiş ve kortizol düzeyi ve anksiyeteyi azaltıp pozitif iletişimi artırdığı 2009 yılında yapılan bir çalışmada raporlanmıştır (Ditzen ve ark., 2009).

Oksitosinin bağlanmadaki rolü 1991 yılında Insel ve arkadaşlarının *Peromyscus* türüne ait olan, bağlanma ve sosyal davranışları birbirinden farklı olan tarla farelerinde yaptığı çalışma ile incelenmeye başlanmış ve bu çalışmada tek eşli ve çok eşli farelerde oksitosin ve vazopressin reseptör dağılımı incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda iki tür arasında oksitosin reseptörlerinin beyinde dağılım ve yoğunluğunun farklı olduğunu gözlemlemişlerdir (Insel ve ark., 1991). Bu çalışmanın üzerine aynı ekip 1992 yılında *Microtus ochrogaster* (tek eşli) ve *Microtus montanus* (çok eşli) türdeki çayır farelerinde yine oksitosin reseptörlerini incelemiş ve tek eşli ve yavrularına daha uzun süre bakan *Microtus ochrogaster*'da beyin prelobik korteks, amigdala, hipotalamusun orta çekirdeğinde, limbik sistemin ödül merkezi olan nucleus akumbensde reseptör yoğunluğunun uzun süreli bağlar kuramayan *Microtus montanus*'a göre çok fazla olduğu görülmüştür (Insel ve Shapiro., 1992). Çalışmalar bağlanmada yalnızca oksitosin reseptörünün değil çiftleşme ile beyinde salgılanan dopaminin, D1 ve D2 reseptörlerinin de bağlanmaya etkili olabileceğini göstermiş, D1 reseptörünün bağlanmayı devam ettirmede etkili olabileceği savunulurken D2 reseptörünün bağlanmayı sağladığı gösterilmiştir (Young ve ark., 2011, Resendez ve Aragona, 2013).

Genetik ve Çevresel Faktörler

Oksitosin salınımı, miktarı ve reseptör sayısı genetik ve çevresel faktörlerden etkilenebilmektedir. Anne yoksunluğu ve strese yol açan olumsuz dış etkenlerin,

erken dönem alkol/madde kullanımının, oksitosin sistemini etkileyebileceği bu yüzden strese dayanıklılığın azaldığı ve bağımlılığın gelişmesini sağladığı düşünülmektedir (Buisman-Pijlman ve ark., 2014). Uyuşturucu üzerine yapılan bir çalışmada hem hayvan hem de insan deneylerinde metamfetaminin plazma oksitosin seviyesinin artırdığını ancak bunun kısa dönemde olduğu belirtilmiştir (Dumont ve ark., 2009; Broadbear ve ark., 2011). Buna ek olarak sıçanlar üzerinde yapılan bir çalışmada ise kronik kokain, morfin, kannabis ve alkol kullanımının beyinde oksitosin salınımını azalttığı bunun da oksitosinerjik aktiviteyi azaltarak uzun süre madde kullanımında ortaya çıkan sosyal işlevlerde bozukluğa sebep olabileceği belirtilmiştir (McGregor ve Bowen, 2012).

Beyinde oksitosin salınımının yalnızca stres ve alkol/madde gibi olumsuz uyarıcılarla değil güzel koku ve müzik gibi olumlu uyarıcılarla da uyarıldığını ve bu sayede meditasyon ve aromaterapi gibi alternatif terapi yöntemlerinin oksitosin salınımını artırarak ekti gösteriyor olabileceği de düşünülmektedir (Uvnäs-Moberg ve Petersson, 2005). Ayrıca cinsel ilişki sırasında erkeklerin kan oksitosin seviyelerinin arttığı gözlemlenmiş (Murphy ve ark., 1990), bu artışın sinirlilik ve anksiyetede azalma oluştururken öğrenmede düşüş yaşattığı görülmüştür (Bruins ve ark., 1992).

Oksitosin ve Spor

Hipotalamik paraventriküler nükleus ve projeksiyon alanlarında (dorsal beyin sapı) hipertansiyon ve egzersiz oksitosin ve oksitosin reseptörü ekspresyonu üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmada, egzersizin hem biyosentetik hem de hedef organlarda oksitosin mRNA ekspresyonunu artırdığı gözlemlenmiştir (Martins ve ark., 2005). Ovariectomize edilmiş sıçanlarda egzersiz eğitiminin kardiyak oksitosin ve natriüretik peptid sistemleri üzerine etkisinin incelendiği çalışmanın sonuçlarında fiziksel egzersizin oksitosinin aktivasyonu ile ilişkili olduğu ortaya konulmuştur (Gutkowska ve ark., 2007). Bu çalışmalara ek olarak oksitosin seviyesi ve fiziksel aktivite üzerine yapılan diğer bir çalışmada spor yapıldıktan sonra oksitosin seviyesinin arttığı görülmüştür (Landgraf ve ark., 1982).

Sonuç ve Öneriler

Oksitosinin gerek davranış gerek psikolojik faktörler üzerine etkisi incelenmiş ve kanıtlanmış olup oksitosinin plazmadaki seviyesi ve reseptör seviyesiyle aralarında ilişki bulunmuştur. Ancak oksitosini artıran etkenlerin içinde spor ve egzersiz konusunda aralarında pozitif bir bağlantı olsa da yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bizim derlememizde ki amacımız ise anksiyete, kortizol seviyesi ve dopamin reseptörlerindeki değişkenler ile sporda başarı arasında bulunan bağlantının, oksitosin seviyesi ve oksitosin reseptörleriyle de bir ilişkisinin bulunabileceğine dikkat çekmektir. Ayrıca fiziksel aktivite, meditasyon ve müziğin oksitosin miktarını artırması, oksitosinin kortizolü ve anksiyeteyi azaltması ve uyumlu kişilerde daha fazla olması ele alındığında düzenli sporun aile çift terapilerinde kullanılmasıyla çiftler arası iletişimi ve bağlılığı artırmaya yardımcı olabileceğini düşünmekteyiz.

Onam bilgisi : Onam bilgisi gerekmemektedir.

Etik kurul onayı: Etik kurul onayı gerekmemektedir.

Çıkar çatışması: Çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Finansal destek: Finansal destek bulunmamaktadır.

Yazar katkı alanı ve oranı:

Kadir Sinan Aslan: Literatür tarama ve derleme, %40

Halil İbrahim Koç: Literatür tarama ve derleme, %40

Korkut Ulucan: Derlemenin konusu ve düzenlenmesi, son kontrol %20

Referanslar:

- Altemus, M., Swedo, S. E., Leonard, H. L., Richter, D., Rubinow, D. R., Potter, W. Z., & Rapoport, J. L. (1994). Changes in cerebrospinal fluid neurochemistry during treatment of obsessive-compulsive disorder with clomipramine. *Archives of General Psychiatry*, 51(10), 794-803. doi: 10.1001/archpsyc.1994.03950100042004.
- Bartz, J. A., Zaki, J., Bolger, N., & Ochsner, K. N. (2011). Social effects of oxytocin in humans: context and person matter. *Trends in Cognitive Sciences*, 15(7), 301-309. doi: 10.1016/j.tics.2011.05.002.
- Broadbear, J. H., Tunstall, B., & Beringer, K. (2011). Examining the role of oxytocin in the interoceptive effects of 3,4-methylenedioxymethamphetamine (MDMA, 'ecstasy') using a drug discrimination paradigm in the rat. *Addiction Biology*, 16(2), 202-214. doi: 10.1111/j.1369-1600.2010.00267.x.
- Bruins, J., Hijman, R., & Van Ree, J. M. (1992). Effect of a single dose of des-glycinamide-[Arg8]vasopressin or oxytocin on cognitive processes in young healthy subjects. *Peptides*, 13(3), 461-468. doi: 10.1016/0196-9781(92)90075-e.
- Buisman-Pijlman F. T., Sumracki N. M., Gordon J. J., Hull P. R., Carter C. S., & Tops M. (2014). Individual differences underlying susceptibility to addiction: Role for the endogenous oxytocin system. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 119:22-38. doi:10.1016/j.pbb.2013.09.005.
- Ditzen, B., Schaer, M., Gabriel, B., Bodenmann, G., Ehler, U., & Heinrichs, M. (2009). Intranasal oxytocin increases positive communication and reduces cortisol levels during couple conflict. *Biological Psychiatry*, 65(9), 728-731. doi: 10.1016/j.biopsych.2008.10.011.
- Douglas, A. J. and Ludwig, M. (2000). Quo vadis neurohypophyseal hormone research? *Experimental Physiology*, 85, 267-272.
- Dumont, G. J., Sweep, F. C., van der Steen, R., Hermesen, R., Donders, A. R., Touw, D. J., van Gerven, J. M., Buitelaar, J. K., & Verkes, R. J. (2009). Increased oxytocin concentrations and prosocial feelings in humans after ecstasy (3,4-methylenedioxymethamphetamine) administration. *Social Neuroscience*, 4(4), 359-366. doi: 10.1080/17470910802649470.
- Gimpl, G., & Fahrenholz, F. (2001). The oxytocin receptor system: structure, function, and regulation. *Physiological reviews*, 81(2), 629-683. doi: 10.1152/physrev.2001.81.2.629.
- Gutkowska, J., Jankowski, M., Lambert, C., Mukadam, D. S., Zingg, H. H., & McCann, S. M. (1997). Oxytocin releases atrial natriuretic peptide by combining with oxytocin receptors in the heart. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 94, 11704-11709.
- Gutkowska, J., Paquette, A., Wang, D., Lavoie, J. M., & Jankowski, M. (2007). Effect of exercise training on cardiac oxytocin and natriuretic peptide systems in ovariectomized rats. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, 293(1), R267-R275. doi: 10.1152/ajpregu.00071.2007.
- Heinrichs, M., Baumgartner, T., Kirschbaum, C., & Ehler, U. (2003). Social support and oxytocin interact to suppress cortisol and subjective responses to psychosocial stress. *Biological Psychiatry*, 54(12), 1389-1398. doi: 10.1016/s0006-3223(03)00465-7.
- Hollander, E., Novotny, S., Hanratty, M., Yaffe, R., DeCaria, C. M., Aronowitz, B. R., & Mosovich, S. (2003). Oxytocin infusion reduces repetitive behaviors in adults with autistic and Asperger's disorders. *Neuropsychopharmacology : Official Publication of the American College of Neuropsychopharmacology*, 28(1), 193-198. doi: 10.1038/sj.npp.1300021.
- Inoue, T., Kimura, T., Azuma, C., Inazawa, J., Takemura, M., Kikuchi, T., Kubota, Y., Ogita, K., & Saji, F. (1994). Structural organization of the human oxytocin receptor gene. *The Journal of Biological Chemistry*, 269(51), 32451-32456.
- Insel, T. R., & Shapiro, L. E. (1992). Oxytocin receptor distribution reflects social organization in monogamous and polygamous voles. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 89(13), 5981-5985. doi: 10.1073/pnas.89.13.5981
- Insel, T. R., Gelhard, R., & Shapiro, L. E. (1991). The comparative distribution of forebrain receptors for neurohypophyseal peptides in

monogamous and polygamous mice. *Neuroscience*, 43(2), 623-630. doi: 10.1016/0306-4522(91)90321-E.

Ishak, W. W., Kahloon, M., & Fakhry, H. (2011). Oxytocin role in enhancing well-being: a literature review. *Journal of affective disorders*, 130(1-2), 1-9. doi: 10.1016/j.jad.2010.06.001.

Ivell, R., Kimura, T., Muller, D., Augustin, K., Abend, N., Bathgate, R., Telgmann, R., and Balvers, M., Tillmann, G., & Fuchs A.R. (2001). The structure and regulation of the oxytocin receptor. *Experimental Physiology*, 86(2), 289- 296.

Kimura, T., Saji, F., Nishimori, K., Ogita, K., Nakamura, H., Koyama, M., & Murata, Y. (2003). Molecular regulation of the oxytocin receptor in peripheral organs. *Molecular Endocrinology*. 30(2), 109-115.

Kosfeld, M., Heinrichs, M., Zak, P. J., Fischbacher, U., & Fehr, E. (2005). Oxytocin increases trust in humans. *Nature*, 435(7042), 673-676. doi: 10.1038/nature03701.

Landgraf, R., Häcker, R., & Buhl, H. (1982). Plasma vasopressin and oxytocin in response to exercise and during a day-night cycle in man. *Endokrinologie*, 79(2), 281-291.

Landry S. H., McGrath S. K., Kennel J. H. (1998). The effects of doula support during labor on mother-infant interaction at 2 months. *Pediatric Research*, 42:13. doi: 10.18863/pgy.17749.

Martins, A. S., Crescenzi, A., Stern, J. E., Bordin, S., & Michelini, L. C. (2005). Hypertension and exercise training differentially affect oxytocin and oxytocin receptor expression in the brain. *Hypertension*, 46(4), 1004-1009. doi: 10.1161/01.HYP.0000175812.03322.59.

McGregor, I. S., & Bowen, M. T. (2012). Breaking the loop: oxytocin as a potential treatment for drug addiction. *Hormones and Behavior*, 61(3), 331-339. doi: 10.1016/j.yhbeh.2011.12.001.

Meyer-Lindenberg, A., Domes, G., Kirsch, P., & Heinrichs, M. (2011). Oxytocin and vasopressin in the human brain: social neuropeptides for translational medicine. *Nature reviews. Neuroscience*, 12(9), 524-538. doi: 10.1038/nrn3044.

Mikolajczak, M., Gross, J. J., Lane, A., Corneille, O., de Timary, P., & Luminet, O. (2010). Oxytocin makes people trusting, not gullible. *Psychological Science*, 21(8), 1072-1074. doi: 10.1177/0956797610377343.

Murphy, M. R., Checkley, S. A., Seckl, J. R., & Lightman, S. L. (1990). Naloxone inhibits oxytocin release at orgasm in man. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 71(4), 1056-1058. doi: 10.1210/jcem-71-4-1056.

Resendez, S. L., & Aragona, B. J. (2013). Aversive motivation and the maintenance of monogamous pair bonding. *Reviews in the Neurosciences*, 24(1), 51-60. doi: 10.1515/revneuro-2012-0068.

Say, G. N., & Müjdecı, M. (2016). Oksitosin ve Psikiyatrik Bozukluklar. *Psikiyatriye Güncel Yaklaşımlar*, 8(2), 102-113. doi: 10.18863/pgy.17749.

Thibonnier, M., Conarty, D. M., Preston, J. A., Plesnicher, C. L., Dweik, R. A., and Ersurum, S. C. (1999). *Endocrinology*, 1999, vol. 140, p. 1301.

Uvnäs-Moberg K, Widström A. M, Nissen E, Björvell H. (1990). Personality traits in women 4 days postpartum and their correlation with plasma levels of oxytocin and prolactin. *J Psychosom Obstet Gynecol*, 11:261-273. doi: 10.3109/01674829009084422.

Uvnäs-Moberg K. (1998). Antistress Pattern Induced by Oxytocin. *News in physiological sciences : an international journal of physiology produced jointly by the International Union of Physiological Sciences and the American Physiological Society*, 13, 22-25. doi: 10.1152/physiologyonline.1998.13.1.22.

Uvnäs-Moberg, K., & Petersson, M. (2005). Oxytocin, ein Vermittler von Antistress, Wohlbefinden, sozialer Interaktion, Wachstum und Heilung [Oxytocin, a mediator of anti-stress, well-being, social interaction, growth and healing]. *Zeitschrift für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie*, 51(1), 57-80. doi: 10.13109/zptm.2005.51.1.57.

Young, K. A., Gobrogge, K. L., Liu, Y., & Wang, Z. (2011). The neurobiology of pair bonding: insights from a socially monogamous rodent. *Frontiers in neuroendocrinology*, 32(1), 53-69. doi: 10.1016/j.yfrne.2010.07.006.