

Research Progress of Hypothalamus Regulating Body Function

Chaoyue Yang Jie Tan*

Key Laboratory of Brain and Cognition, Guilin Medical College, Guilin, Guangxi, 541001, China

Abstract

The hypothalamus can receive many nerve impulses and is the center of the endocrine system and nervous system. It controls many physiological processes of animals. It not only participates in regulating the endocrine function of the body, but also regulates the activation of the autonomic nervous system. The paper reviews the regulation function of the hypothalamus on the human body.

Keywords

hypothalamus; feeding; defense; breathing

下丘脑对机体功能调节的研究进展

杨超月 谭洁*

桂林医学院脑与认知重点实验室, 中国·广西 桂林 541001

摘要

下丘脑能接受很多神经冲动,是内分泌系统和神经系统的中心。它控制着动物的许多生理过程,不仅参与调节机体内分泌功能,还能调节自主神经系统运动启动,论文就下丘脑的对人体的调节功能进行综述。

关键词

下丘脑; 摄食; 防御; 呼吸

1 引言

本能行为指动物在进化过程中形成而遗传固定下来的,对个体和种族生成具有重要意义的行为,其不仅仅是对简单刺激的局部反应,而是按一定程序进行行为活动,如摄食、饮水、攻击和性行为等都是本能行为。下丘脑位于大脑底部,下丘脑由两个对称的半部分组成,其边界在前端板,中端第三脑室,后端乳头体的尾端水平。下丘脑由三个区组成,即脑室周围区、内侧区和外侧区,每个区又分为四个喙尾区,分别为视神经前区、前区、下丘脑结节区和尾区。下丘脑面积虽小,却接受很多神经冲动,任何下丘脑合团损伤都会引起动机行为的异常,如摄食行为、性行为、饮水行为、攻击行为、体温调节和活动水平。目前已有较多关于下丘脑功能

的研究,论文基于下丘脑的摄食、攻击、呼吸调节、体温调节等作用进行综述。

2 下丘脑对摄食行为的调节作用

摄食行为是个体生存、保障身体各器官的功能和从事各种活动的能量需要所进行的本能活动。下丘脑既是摄食中枢也是饱中枢。有研究发现,摄入含有高水平饱和脂肪的富含脂肪的食物,可影响促食神经肽的水平,会改变大脑的神经化学结构,下丘脑中有大量的神经元表达着几种与控制膳食脂肪的摄入有关神经化学物质,如甘丙肽,脑啡肽,食欲肽和黑色素浓缩激素等^[1-2]。下丘脑特有食欲肽(orexin)与黑色素聚集激素位于外侧下丘脑(lateral hypothalamus, LH), orexin能增加大鼠对食物的摄取^[3-4]。葡萄糖敏感神经元(glucose-sensitive neurons, GSNs)是食欲肽A的特定靶标神经元,orexin神经元可通过调节GSNs来控制低血糖诱导进食的发生和终止^[5]。高脂饮食会使下丘脑的促食神经肽水平增加,而当直接将神经肽或类似神经肽的物质注射到

【作者简介】杨超月(1993-),女,桂林医学院脑与认知重点实验室,硕士研究生在读。

【通讯作者】谭洁,女,副教授,研究生导师,现任广西脑与认知重点实验室常务副主任。

下丘脑,又会刺激高脂饮食的过量摄入^[6-7]。下丘脑中有两种主要的经典抑制性和兴奋性神经递质, γ -氨基丁酸(GABA)和谷氨酸,已被检测并已被证明有助于膳食脂肪敏感神经肽功能。将谷氨酸类似物注射到下丘脑或周围的脑室内区域会增加食物摄入^[8]。谷氨酸能神经元可能在饥饿时刺激下丘脑神经元释放肽来启动食物摄入,短期高脂饮食可抑制食欲素神经元的兴奋性信号,但长期高脂饮食可降低对该信号的敏感性^[9]。

3 下丘脑对攻击行为的调节作用

食物、领地是动物生存所必须的,当领地被侵占、食物供应不足时,就会引起竞争,而动物为了资源防御会产生攻击行为^[16]。攻击行为广泛的存在于动物物种中,是一种社会行为。这些行为都有一个共同的目标,那就是通过施加痛苦和伤害来压倒对手^[17]。表现攻击行为的第一步需要检测到挑衅刺激,啮齿动物通过嗅觉线索来确定入侵者的性别、年龄、身体状况、熟悉程度和统治地位,接着需要将挑衅信息传到攻击环路,这决定了整体的攻击性唤起和攻击的可能性。有研究发现腹内侧下丘脑的腹内侧部分(Ventrolateral portion of the ventromedial Hypothalamus, VMHvl)是驱动侵略和寻求侵略行为的关键结构,当小鼠寻找入侵者,对入侵者进行信息分析并且进行攻击时,VMHvl的活性明显增加。灭活或切除VMHvl细胞可消除小鼠自然的雄性间攻击和母性攻击^[10]。据报道,临床上表现出极端攻击性的病人(包括自我定向),脑深部刺激诱导的后内侧下丘脑抑制抑制或消除攻击^[11]。而激活LH投射至中脑导水管周围灰质(the periaqueductal grey, PAG)的GABA能神经元时,小鼠的掠夺攻击行为增加,抑制LH投射至PAG的GABA能神经元时,小鼠的攻击行为减少^[12]。

4 下丘脑对呼吸功能的调节作用

下丘脑是自主神经系统的高级中枢,维持包括呼吸在内的基本身体稳态。脑室旁核(the paraventricular nucleus, PVN)、穹窿周围区(perifornical area, PFA)、下丘脑背内侧(dorsomedial hypothalamus, DMH)、下丘脑外侧和后外侧核是下丘脑的主要核,对呼吸控制有重要影响。去除间脑吻侧脑区(即去皮)增加了猫清醒时的通气,表明间脑吻侧脑区对呼吸有抑制作用^[13]。有研究发现PVN在驱动基线呼吸中起

作用。电刺激麻醉家兔PVN可使其呼吸频率增加^[14]。同样,将谷氨酸注射到PVN脑区时,使麻醉大鼠膈肌的肌电活动增加^[15]。PFA可引起麻醉猫的呼吸增强。往DMH注入毕枯枯林后,麻醉大鼠的呼吸活动以剂量依赖的方式增加,表明DMH神经元的去抑制增加了中枢呼吸驱动并引起过度通气^[16]。在轻度麻醉的家兔中,LH的高碳酸反应引起神经元放电频率增加^[17]。毕枯枯林注射到下丘脑尾部引起麻醉大鼠呼吸频率的剂量依赖性增加^[18]。

5 下丘脑对体温稳定的调节作用

下丘脑通过调节进食行为和能量消耗,在调节系统能量平衡中起着重要作用,体内的褐色脂肪组织(BAT)白色脂肪组织都能引起机体产热,而褐色和米色脂肪组织的产热可由交感神经系统(SNS)的激活引起。视前区(The preoptic area, POA)是感知温度的主要大脑核,它能根据外部环境调节体温^[19-20]。在感染过程中,前列腺素(PG)在脉管系统和外周组织中释放,到达POA后触发褐色脂肪的生热程序激活^[21]。瘦素在ARC中的作用是产生动作电位和触发蝙蝠的交感神经所必需的,ARC神经元表达NPY的激活可以减少蝙蝠的产热^[22-23]。

下丘脑是机体调节能量平衡、代谢活动的重要器官,参与机体的多种调节活动,研究者发现下丘脑不仅能调节机体的本能行为,机体的内分泌,下丘脑还与情绪障碍的发生有关。因此,加深对下丘脑了解,这有助于我们理解机体的生命代谢活动,为机体活动提供理论依据。

参考文献

- [1] Barson, J.R., I. Morganstern, S.F. Leibowitz. Similarities in hypothalamic and mesocorticolimbic circuits regulating the overconsumption of food and alcohol. *Physiology & Behavior*, 2011. 104(1): 128-137.
- [2] Jessica, et al. Effect of dietary fatty acid composition on food intake, triglycerides, and hypothalamic peptides. *Regulatory Peptides*, 2012.
- [3] Shiraishi, T., et al., Effects of leptin and orexin-A on food intake and feeding related hypothalamic neurons. *Physiology & Behavior*, 2000,71(3-4): 51-261.
- [4] Lubkin, M.,A. Stricker-Krongrad. Independent feeding and metabolic actions of orexins in mice. *Biochemical & Biophysical Research Communications*, 199,253(2): 241-245.
- [5] Liu, X.H., R. Morris, D. Spiller. Orexin A Preferentially Excites

- Glucose-Sensitive Neurons in the Lateral Hypothalamus of the Rat In Vitro. *Diabetes*, 2001,50(11): 2431–2437.
- [6] Linehan, V., et al., High-fat diet induces time-dependent synaptic plasticity of the lateral hypothalamus. *Molecular Metabolism*, 2020(36): 100977.
- [7] Guo-Qing, C., et al. Circulating triglycerides impact on orexigenic peptides and neuronal activity in hypothalamus. *Endocrinology*, 2004(8): 3904.
- [8] Stanley, B.G., et al., Lateral hypothalamic injections of glutamate, kainic acid, D,L- α -amino-3-hydroxy-5-methyl-isoxazole propionic acid or N-methyl-D-aspartic acid rapidly elicit intense transient eating in rats. *Brain Research*, 1993,613(1): 88–95.
- [9] Linehan, et al., Short-term high-fat diet primes excitatory synapses for long-term depression in orexin neurons. *Journal of Physiology*, 2018.
- [10] Falkner, A.L., et al., Hypothalamic control of male aggression-seeking behavior. *Nature Neuroscience*, 2016.
- [11] Barbosa, D.A.N., et al., The hypothalamus at the crossroads of psychopathology and neurosurgery. *Neurosurgical Focus*, 2017,43(3): E15.
- [12] Li, Y., et al., Hypothalamic Circuits for Predation and Evasion. *Neuron*, 2018: 911.
- [13] Tenney, S.M., L.C. Ou. Ventilatory response of decorticate and decerebrate cats to hypoxia and CO₂. *Respiration Physiology*, 1977,29(1): 81–92.
- [14] Duan, Y.F., et al., Cardiorespiratory Components of Defense Reaction Elicited from Paraventricular Nucleus. *Physiology & Behavior*, 1997,61(2): 325–330.
- [15] Yeh, E.R., et al., The paraventricular nucleus of the hypothalamus influences respiratory timing and activity in the rat. *Neuroscience Letters*, 1997.
- [16] McDowall, L.M., J. Horiuchi, R.A.L. Dampney. Effects of disinhibition of neurons in the dorsomedial hypothalamus on central respiratory drive. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 2007,293(4):R1728.
- [17] Cross, B.A., I.A. Silver, Unit activity in the hypothalamus and the sympathetic response to hypoxia and hypercapnia. *Experimental Neurology*, 1963,7(5): 375–393.
- [18] Dimicco, J.A., V.M. Abshire, Evidence for GABAergic inhibition of a hypothalamic sympathoexcitatory mechanism in anesthetized rats. *Brain Research*, 1987,402(1):1–10.
- [19] Boulant, J.A. Role of the Preoptic–Anterior Hypothalamus in Thermoregulation and Fever. *Clinical Infectious Diseases*, 2000.
- [20] Fuller, C.A., B.A. Horwitz, J.M. Horowitz. Shivering and nonshivering thermogenic responses of cold-exposed rats to hypothalamic warming. *American Journal of Physiology*, 1975,228(5):1519–24.
- [21] Amir, S. and A. Schiavetto, Injection of prostaglandin E₂ into the anterior hypothalamic preoptic area activates brown adipose tissue thermogenesis in the rat. *Brain Research*, 1990,528(1):138–142.
- [22] Harlan, S.M. Ablation of the leptin receptor in the hypothalamic arcuate nucleus abrogates leptin-induced sympathetic activation. *Circulation Research*, 2011,108(7):808–12.
- [23] Shi, Y.C., et al., Arcuate NPY Controls Sympathetic Output and BAT Function via a Relay of Tyrosine Hydroxylase Neurons in the PVN. *Cell Metabolism*, 2013,17(2): 236–248.