

不同能量供需下雌性棕色田鼠胃运动的变化

吴艳艳 安书成*

(陕西师范大学生命科学学院 西安 710062)

摘要:用 PowerLab/8sp 生理信号采集分析系统记录哺乳雌鼠、禁食 1 d 和 3 d 雌鼠及正常对照雌鼠胃内压、胃收缩幅值及收缩频率,以研究在不同能量需求与供应状态下,棕色田鼠 (*Lasiopodomys mandarinus*) 胃运动的适应性变化。结果显示,禁食组和哺乳期雌鼠的胃内压及胃收缩幅值均显著高于正常对照雌鼠组 ($P < 0.05$),禁食组胃内压、胃收缩幅值较哺乳组有所下降,且禁食 3 d 组胃内压明显下降 ($P < 0.05$)。说明在不同生理状态下,能量需求与供应不同,消化道活动发生适应性变化,且消化道生理功能变化与能量胁迫程度相关。

关键词: 能量供需;胃运动;适应性变化;棕色田鼠

中图分类号: Q482 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2010) 01-135-05

Gastric Mobility of *Lasiopodomys mandarinus* under Different Energy Demands and Supplements

WU Yan-Yan AN Shu-Cheng*

(College of Life Science, Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, China)

Abstract To investigate the gastric mobility of Mandarin Vole (*Lasiopodomys mandarinus*) under different energy demands and supplements. Intra-gastric pressure and mobility were recorded with the instrument of Powerlab/8sp. Compared with control female, intra-gastric pressure levels and mobility both showed significantly increased ($P < 0.05$) in fasting female and lactating female. But, compared with lactating female, the intra-gastric pressure and mobility reduction in fasting female significantly decreased ($P < 0.05$) in fasting for 72 h female. It was concluded that gastrointestinal physiological functions adapt to different energy demands and supplements, and the adaptation mechanism is related to the extent of energy threatening.

Key words: Energy demands; Gastric mobility; Adaptive strategies; *Lasiopodomys mandarinus*

棕色田鼠 (*Lasiopodomys mandarinus*) 主要分布在山西、陕西、河南和内蒙古等地,栖息于荒坡、林地、果园和农田,尤其小麦田中为多。棕色田鼠是草食性的小型啮齿动物,主要营地下穴居生活,其个体较小,成体一般长约 100 mm,重约 30 g,妊娠期 20 ~ 23 d,平均产仔 3 只 (范围 1 ~ 6 只),哺乳期 24 ~ 27 d^[1]。棕色田鼠食性广泛,喜食多种农作物、蔬菜及果树皮等,是对农林生产危害较严重的鼠种之一。

有关动物消化道的形态结构与食性、食物质量及能量需求等相关性已有报道^[2-5]。然

而,消化系统功能性调节也是消化道适应策略之一,尤其在能量胁迫不很严峻的情况下,功能性调节就成为适应性调节的主要途径^[1,6]。哺乳期摄食量显著增加^[7-12],几乎是正常期的 4 倍^[13],为适应这种特殊的生理状态,动物通过一系列生理及形态适应性变化来满足自身代谢

*通讯作者, E-mail: shuchengan@snnu.edu.cn;

第一作者介绍 吴艳艳,女,硕士研究生;研究方向:神经生物学; E-mail: yan84125@163.com.

收稿日期: 2009-07-01, 修回日期: 2009-10-28

及其幼仔生长发育对能量的需求。徐金会等^[1]对棕色田鼠的研究表明,不同性别、不同繁殖状态(哺乳期和非哺乳期)棕色田鼠的能量需求存在着显著的差异:在消化率保持基本相同的情况下,哺乳雌鼠静止代谢率和摄入能都明显高于雄鼠和非繁殖雌鼠。乔卉等^[6]研究认为,棕色田鼠由于胎仔数较少,哺乳期较长,能量胁迫不十分严峻,在繁殖与哺乳期等能量需求增加的情况下,首先通过神经体液调节来提高消化道对食物的容纳量及消化、吸收功能。功能性调节既能满足能量胁迫不很严峻情况下消化道适应的需要,也是能量胁迫严峻时引起消化道形态结构变化所必需的一个主要环节。也有研究表明,哺乳和禁食使雌性棕色田鼠下丘脑腹内侧核 NPY 表达增加,且禁食引起 NPY 增加的同时,肽基甘氨酸 酰胺化酶(PAM)也表达增加^[14]。由此可见,棕色田鼠消化功能及其调节变化是动物消化道适应策略之一。然而,对于棕色田鼠不同能量需求和供应与胃的消化功能的关系还未有报道。消化道的功能包括了对食物的消化和吸收,消化又分为机械消化和化学消化两种形式,胃通过运动而完成机械消化,因此,胃运动是研究胃消化功能的主要内容之一,其常用指标是胃内压、收缩幅值和收缩频率,以反映胃收缩力及推进能力。本实验采用 Roybould^[15]的方法记录胃运动,以禁食期、哺乳期及非哺乳期雌性棕色田鼠的胃内压和胃收缩频率及幅值作为指标,探讨不同能量供需与消化道功能之间的关系,为进一步研究消化道适应机理提供依据。

1 材料与方法

1.1 实验动物及分组 健康雌性棕色田鼠,体重 25 ~ 30 g,捕自河南灵宝市黄土塬农作区,饲养于陕西师范大学生命科学学院动物饲养房。保持室温 18 ~ 20 和自然光周期 12L 12D,饲喂胡萝卜、麦芽。饲养笼以锯末作底物,棉花作巢材。随机分组。分为正常对照组($n=6$)、哺乳雌鼠组($n=5$)、禁食 1 d 雌鼠组($n=6$)、禁食 3 d 雌鼠组($n=7$) 4 组。正常

对照组为非哺乳、非禁食雌鼠,不做任何处理,水和食物充足。哺乳雌鼠组水和食物充足,在哺乳第 16 ~ 18 天记录胃运动。禁食 1 d 雌鼠组自由饮水,禁食 24 h。禁食 3 d 雌鼠组自由饮水,连续禁食 72 h。

1.2 方法 胃内压及胃收缩频率的记录根据 Roybould^[15]的方法,氨基甲酸乙酯(150 mg/kg)腹腔麻醉,用内径 0.4 mm,外径 0.8 mm 聚乙烯导管经十二指肠插入胃内,导管前端较粗,用棉线将导管较细部分与十二指肠扎牢,以免滑出,牢固固定于幽门处,之后用手术线缝合,盖上棉花并且用手术灯照明以保暖,用温热生理盐水轻轻冲出内容物,允许液体自由流出,然后灌入 1 ~ 2 ml 温热生理盐水,使胃内压的初值为一定值,导管通过 MLT0380 压力换能器与 PowerLab/8sp 生理采集器和 Chart 分析系统相连。禁食 1 d 组和禁食 3 d 组分别在禁食第 1 天和第 3 天记录胃活动,哺乳组在哺乳第 16 ~ 18 天之间记录胃活动 1 次,哺乳组和对照组在记录胃活动前禁食 8 h,但自由饮水。每次每只动物连续记录 1.5 h 以上。待胃运动稳定后(约 40 min)取 4 个连续 10 min 的记录结果经 Chart 软件处理得出平均胃内压,胃收缩频率和胃收缩幅值作为效应值。PowerLab/8sp 的参数设置:在调试仪器时,以压力计定标。软件参数设定为:采样速率为 20 点/s,灵敏度 5 mV,高通滤波 DC,低通滤波 1 Hz。

1.3 数据处理 实验数据用 SPSS 16.0 软件进行分析处理,文内数据以平均值及标准误(Mean \pm SE)表示。组间差异采用单因素方差分析(One-way ANOVA),组间多重比较采用事后分析(Post-Hoc, LSD),以 $P < 0.05$ 作为判断差异显著性的标准, $P < 0.01$ 作为判断差异极显著的标准。

2 结果

胃收缩幅值、收缩频率及胃内压原始记录曲线(图 1 ~ 4)和表 1 所显示的统计数据均表明,对照组、禁食 1 d 和 3 d 组、哺乳组胃内压($F_{3,20} = 4.463, P < 0.05$)、胃收缩幅值($F_{3,20} =$

3.594, $P < 0.05$)和胃收缩频率 ($F_{3,20} = 5.021$, $P < 0.01$)均有显著差异。

2.1 胃内压 禁食 1 d组和哺乳期雌鼠组的胃内压显著高于正常对照组 ($P < 0.05$),其中

哺乳期组与对照组比较,差异极显著 ($P < 0.01$);哺乳期雌鼠组的胃内压显著高于禁食 3 d组 ($P < 0.05$)。

表 1 不同能量供需下棕色田鼠的胃运动 (Mean \pm SE)

Table 1 Gastric motility of *Lasiopodom ys mandarinus* under different energy demands and supplements

组别 Group	胃内压 (mmHg) Intragastric pressure	胃收缩幅值 (mmHg) Gastric motility amplitude	胃收缩频率 (BPM) Gastric motility frequency
正常对照组 Control female ($n = 6$)	2.65 \pm 0.23	0.16 \pm 0.03	5.81 \pm 0.37
哺乳雌鼠组 Lactating female ($n = 5$)	4.49 \pm 0.76 ^{aa}	0.41 \pm 0.66 ^a	4.54 \pm 0.16 ^{aa}
禁食 1 d雌鼠组 Fasting for 24 h female ($n = 6$)	3.89 \pm 0.25 ^a	0.39 \pm 0.20 ^a	5.87 \pm 0.40 ^{bb}
禁食 3 d雌鼠组 Fasting for 72 h female ($n = 7$)	3.33 \pm 0.06 ^b	0.25 \pm 0.06 ^b	4.79 \pm 0.17 ^{ac}

a 与正常对照组比较 $P < 0.05$; aa 与正常对照组比较 $P < 0.01$; b 与哺乳雌鼠组比较 $P < 0.05$; bb 与哺乳雌鼠组比较 $P < 0.01$; c 与禁食 1 d雌鼠组比较 $P < 0.05$ 。

a $P < 0.05$, aa $P < 0.01$ vs control; b $P < 0.05$, bb $P < 0.01$ vs lactating female; c $P < 0.05$ vs Fasting for 24 h female

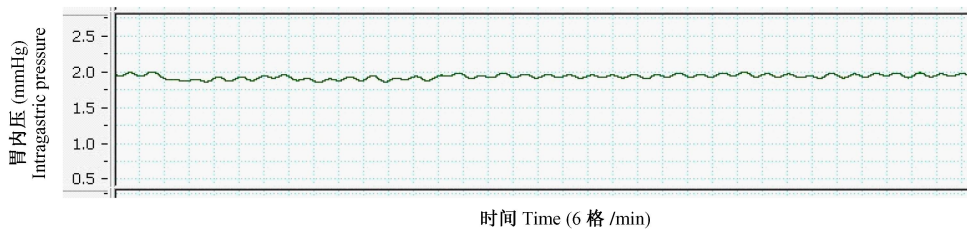


图 1 正常对照组胃活动波形图

Fig 1 Gastric motility of control female

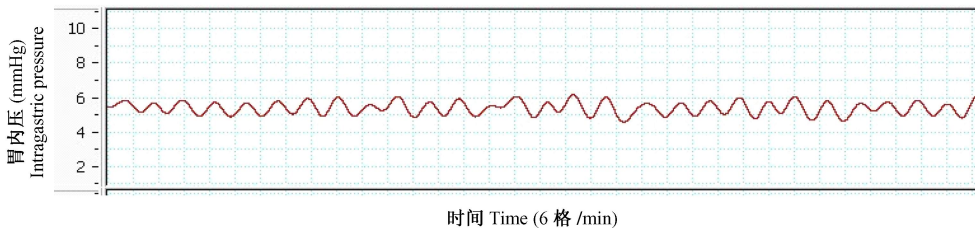


图 2 哺乳雌鼠组胃活动波形图

Fig 2 Gastric motility of lactating female

2.2 胃收缩幅值 禁食 1 d组、3 d组和哺乳期雌鼠组的胃收缩幅值高于正常对照组,其中禁食 1 d组和哺乳期雌鼠组与正常对照组比较,差异显著 ($P < 0.05$);哺乳期组与禁食 3 d组比较,差异显著 ($P < 0.05$)。

2.3 胃收缩频率 哺乳期和禁食 3 d组的胃收缩频率均小于正常对照组,其中哺乳期组与对照组之间有极显著差异 ($P < 0.01$);禁食 1 d

雌鼠组的胃收缩频率显著高于哺乳期组和禁食 3 d组 ($P < 0.05$)。

3 讨论

摄食是动物赖以生存的最基本活动之一,也是营养过程(消化、代谢)的首要环节。正常有机体虽然每天的摄食量和能量消耗是不断变化的,然而体重和脂肪却相对稳定,这是由于机

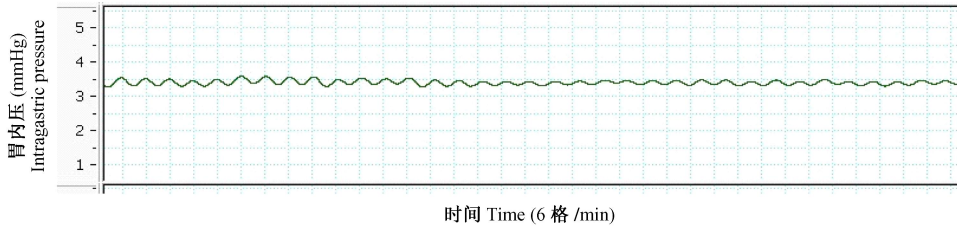


图 3 禁食 1 d 雌鼠组胃活动波形图
Fig 3 Gastric mobility of fasting for 24 h female

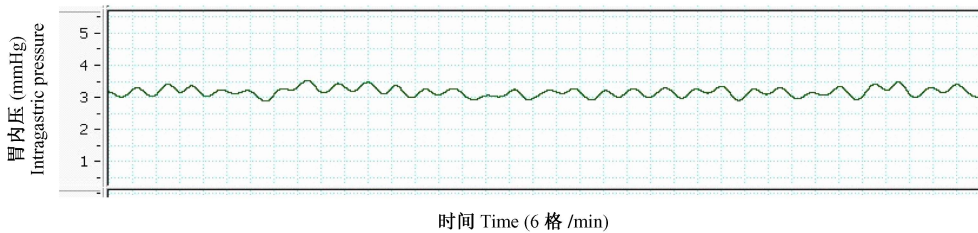


图 4 禁食 3 d 雌鼠组胃活动波形图
Fig 4 Gastric mobility of fasting for 72 h female

体存在复杂的生理调节系统,有效地平衡着能量摄入和消耗。能量摄入(摄食)与消耗的平衡是保持正常体重及维持正常生命活动的关键,动物个体的体重和体脂含量通常受到各种因素调节而保持相对稳定的水平。

当能量需求升高或食物质量下降时,为满足代谢需要,小哺乳动物可能依赖于胃肠道形态的改变来增加消化道容积,以充分加工大量食物。实验研究也证明了某些啮齿动物通过改变消化道容积以适应能量需求和食物质量的变化^[16]。而功能性调节既能满足能量胁迫不很严峻情况下消化道适应的需要,也是能量胁迫严峻情况下引起消化道形态结构变化所必需的一个主要环节。

已经有研究证明,禁食使 Wistar 大鼠 (*Rattus norvegicus*)胃电活动加强,尤其禁食 18 h 后,胃电活动显著增强。禁食时间延长到 48 h 后,胃电活动的增强相对减弱,这可能是机体的一种保护性功能^[17]。

本实验结果表明,哺乳、禁食状态下,雌性棕色田鼠胃运动增强,哺乳期雌鼠的胃活动显著强于非哺乳雌鼠,说明在哺乳期,能量需求增

加,通过增强胃运动来增强其消化功能,使机体获得足够的营养物质,满足其自身的能量需求。而在禁食状态,禁食 1 d 时,主要表现为胃内压升高,可能是禁食引起胃紧张性收缩加强所致。然而,随着禁食时间的延长,胃内压增强仍高于对照组,但禁食 3 d 的胃内压、胃收缩幅值和胃收缩频率与禁食 1 d 组比较,增强作用有所减弱,这可能是机体的一种保护性功能。这也与以往对胃电研究的结果一致^[17]。可见,在食物供应不足的情况下,动物通过胃运动的变化,改变消化功能,参与消化道适应性调节。然而,禁食与哺乳组比较,哺乳组胃运动增强大于禁食组,说明哺乳虽然使得能量需求增大,但能量胁迫并不十分严峻,所以主要是通过胃活动的变化,增加消化功能来满足哺乳对能量的需求^[1,6,14]。而禁食导致能量胁迫严峻,仅靠胃运动的调节无法满足,加之机体的自我保护作用,可能迫使消化道形态结构改变才能维持能量需求^[2-5],说明不同能量胁迫,适应性调节途径不同。

因此不同能量需求与食物供应不足时,消化道功能活动会作出适应性的调节,其中胃活

动的变化是其适应性反应的形式之一。

参 考 文 献

- [1] 徐金会,安书成,郜发道. 棕色田鼠消化道形态变化与能量需求的关系. 动物学报, 2003, 49(1): 32 - 39.
- [2] Gross J E, Wang ZW, W under B A. Effects of food quality and energy needs: changes in gut morphology and capacities of *Micrurus ochrogaster* J Mamm, 1985, 66: 661 - 667.
- [3] Derting T L, Bogue B A. Responses of the gut to moderate energy demands in small herbivore *Micrurus pennsylvanicus* J Mamm, 1993, 74: 59 - 68.
- [4] 王德华,王祖望. 高寒地区高原鼠兔消化道形态的季节动态. 动物学报, 2001, 47(5): 495 - 501.
- [5] Sibly R. Strategies in digestion and defecation Townsend C R, Calow P. Physiological Ecology: An Evolutionary Approach to Resource Use. Oxford: Black Well Scientific Publications, 1981, 109 - 139.
- [6] 乔卉,安书成,郜发道,等. 不同能量需求的棕色田鼠胃肠道一氧化氮合酶和血管活性肠肽的分布. 动物学报, 2005, 51(5): 830 - 839.
- [7] Ota K, Yokoyama A. Body weight and food consumption of lactating rats: effects of ovariectomy and of arrest and resumption of suckling J Endocrinol, 1967, 38(3): 251 - 261.
- [8] Fleming A S Control of food intake in the lactating rat: role of suckling and hormones. Physiology and Behavior, 1976, 17(5): 841 - 848.
- [9] Flint D J, Clegg R A, Vemon R G Prolactin and the regulation of adipose-tissue metabolism during lactation. Mol Cell Endocrinol, 1981, 22(2): 265 - 275.
- [10] Abizaid A, Schiavo L, Diano S Hypothalamic and pituitary expression of ghrelin receptor message is increased during lactation Neuroscience, 2008, 440(3): 206 - 210.
- [11] Crowley W R, Ramoz G, Hurst B. Evidence for involvement of neuropeptide Y and melanocortin systems in the hyperphagia of lactation in rats J Pharmacology Biochemistry and Behavior, 2003, 74(2): 417 - 424.
- [12] Woodside B. Prolactin and the hyperphagia of lactation. Physiology and Behavior, 2007, 91(4): 375 - 382.
- [13] Malabu U H, Kilpatrick A, Vemon R G, et al Increased neuropeptide Y concentrations in specific hypothalamic regions of lactating rats: Possible relationship to hyperphagia and adaptive changes in energy balance. Peptides, 1994, 15(1): 83 - 87.
- [14] 李艳莉,张迎春,安书成. 棕色田鼠下丘脑腹内侧核中NPY和PAM表达与能量供需的关系. 陕西师范大学学报, 2009, 37(3): 70 - 74.
- [15] Reybould H E Reflex decreases in intragastric pressure in response to intragastric pressure in response to cholecystokinin in rats American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology, 1987, 253(22): 165 - 170.
- [16] Derting T L, Noakes E B. Seasonal changes in gut capacity in the white-footed mouse (*Peromyscus leucopus*) and meadow vole (*Lasiopodomys pennsylvanicus*). Can J Zool, 1995, 73: 243 - 252.
- [17] 李红芳,汪龙德,秦晓民. 禁食对大鼠胃肠电活动的影响及神经机制. 甘肃中医学院学报, 1996, 13(2): 43 - 45.