

哺乳动物的冬眠及其影响因素

盖 雷

(哈尔滨师范大学 生命科学与技术学院,黑龙江 哈尔滨 150025)

摘要:为了明确哺乳动物冬眠的现象和导致其发生冬眠的影响因素,使哺乳动物在冬眠过程中的行为和生理等方面发生的变化能得以更好地阐述。结合国内外关于冬眠的研究成果,着重阐述了冬眠的定义、冬眠期间的行为和生理表现以及影响冬眠的因素。结果表明:哺乳动物的冬眠是行为、生理和遗传等多因素共同作用的结果,环境温度、自身体温变化、营养因素和自身生理调节是影响哺乳动物冬眠的主要因素。并阐述了冬眠间觉醒的意义以及冬眠对动物器官和腺体的影响。

关键词:冬眠;哺乳动物;行为;影响因素;生理变化

中图分类号:Q958.117

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2012)01-0064-03

冬眠作为一个普遍而又不大清楚的动物的行为方式,是近年来动物生理学方面的重点研究问题。由于冬季的寒冷及食物的相对短缺,一些动物为克服不良环境而在长期的进化过程中形成了冬眠现象。通过冬眠可以保证其成功越冬。冬眠现象既存在于陆生动物又存在于水生动物,但从进化的角度及亲缘性来看,重点研究的则是哺乳动物的冬眠。但随着物种与物种间,地域与地域间的不同,哺乳动物在行为和生理上有很大的不同。任何一种生物理论或生物模型,是生物学家对生物现象的相关描述。由于其研究的着重点不同,故而提出了不同的理论解释,从而对冬眠的定义有不同的理解。

1 冬眠的相关定义

生物地理学对冬眠的定义:动物体温下降,新陈代谢水平低,进入昏睡状态以度过寒冷冬季的行为。昆虫学的冬眠定义:昆虫在低温季节进入低温的状态。生态学的冬眠定义:一些恒温动物在冬季长时间不活动,不摄食而进入睡眠状态,并伴随着体温和新陈代谢速率降低的一种越冬对策。水产学的冬眠定义:某些动物为了躲避严寒低温的不利条件,而表现的一种特殊生理状态。

在广义上来讲,冬眠也叫冬蛰,某些动物在冬季时生命活动处于极度降低的状态,是这些动物对冬季外界不良环境条件(食物缺少、寒冷)生理代谢需要的一种适应,是对冬季低温和食物短缺的适应。表现为长时间的代谢下降体温降低至环

境温度的水平。此时的动物通常麻痹或昏睡^[1]。但当周围的温度偏低而不能满足其生理需要时,可以通过自身的产热机制,发生自发性觉醒。在过去的研究中,认为冬眠是动物应对食物短缺及低温时的一种特殊的行为和生理上的适应。而这种特殊的适应是通过冬眠前能量储存与冬眠过程中代谢抑制的结合,使得冬眠的动物在食物相对缺乏之前得以存活。哺乳动物冬眠的主要特征是代谢抑制,其抑制过程的强弱则主要取决于冬眠的模式和能量储存状态。处于代谢抑制状态的冬眠哺乳动物,它的能源利用、代谢率、产热特征及其激素调节方面也存在相应的变化。近来的观点认为,冬眠动物在进入冬眠后可以降低其自身的代谢率,以便减少热量散失。在国际生理学会热生理学专业委员会上,专家又对冬眠做了新的定义:冬眠是一些哺乳动物在冬季时所处的一种静止休眠状态,这时动物的体温和代谢率都降低。冬季过后动物觉醒,恢复原状态,体温和代谢率也回到正常^[2]。

2 哺乳动物冬眠的现象

不同种类的哺乳动物的冬眠在行为和生理上都有不同的表现,冬眠的全过程由许多冬眠阵组成。

2.1 冬眠阵

哺乳动物在冬眠期间并不是以休眠的方式度过一个冬天,动物体内经过一系列的变化,多次苏醒但又中断,从而形成断断续续的冬眠阵。冬眠阵可分为4个阶段,即:入眠、深冬眠、激醒和体温逐渐恢复到正常。在不同的物种间,冬眠阵的长度又有所差异。冬眠阵的时间长短随体温与土温

收稿日期:2011-11-15

作者简介:盖雷(1989-),男,黑龙江省海伦市人,双学士,从事生物科学研究。E-mail:1029500278@qq.com。

及体温和土温之差而变化。在深冬眠的观察中发现,体温高于 8°C 时有明显的昼夜节律,当体温低于 8°C 时昼夜节律就不明显甚至消失。由此而推出的冬眠阵是放慢生物钟的假说。虽然日后通过大量实验证明是错误的,但也为冬眠研究的相关问题提出了新的思路。从而派生出冬眠中周期性觉醒的功能是排除对睡眠需要的假说。

进入冬眠的特征是代谢速率和体温都在较短时间内迅速下降,并且都达到最低状态。冬眠动物在进入冬眠时,代谢速率会有短时的加快,体温也同时略有升高。觉醒时,二者都迅速升高。当温度指标达到正常后,又进入下一个冬眠阵。

2.2 在行为方面的表现

睡眠是绝大多数哺乳动物的冬眠方式。但不同种类的哺乳动物冬眠方式又不尽相同。有些是不进食,也不排泄,处于深睡眠状态。如大多数的熊。而黄鼠在冬眠的整个期间不进食,但却表现出排泄行为^[3]。有些在冬眠期间会觉醒而绝非一直熟睡,如刺猬。刺猬在冬眠的时候,简直连呼吸也停止了^[4]。原来,在其喉头有一块软骨,可以将口腔和咽喉隔开,并掩紧器官的入口。生物学家曾经做过试验把冬眠中的刺猬取来,放在温水中,浸上半小时,刺猬才苏醒。

2.3 冬眠期间在生理上发生的变化

哺乳动物由于在冬眠时代谢速率的下降,心脏跳动频率和呼吸速率也处于一个较低水平,代谢率也大幅度降低^[5]。

2.3.1 体温变化 在进入冬眠期的哺乳动物,体温由高变低,最后接近于周围的环境温度,通过体内一系列复杂的生化反应来维持其延续生命的需要,以最低的代谢率满足其最低的生理需要,在冬眠的整个周期中,体温变化范围是 $-3\sim 36^{\circ}\text{C}$ 。冬眠的现象不仅限于温带和寒带地区的哺乳动物。生活在热带的肥尾鼠狐猴在环境温度高于 36°C 时仍然表现出冬眠的表象。它的冬眠时间维持在7个月左右,体温在 25°C 保持恒定。类似于熊,属于储脂冬眠动物,在进入冬眠前的体重比原来增加近一倍。除此之外,睡鼠与熊的体温却都能维持在 20°C 以上。这就表明,动物在冬眠期间,维持低体温并不是唯一途径,也有保持高体温的特例存在。

2.3.2 冬眠动物在代谢率上的变化 哺乳动物体内储存丰富的能量时,由此带来的高代谢率有利于内温动物。但又由于冬季食物短缺,哺乳动

物在期间会调低代谢率以保证其能够正常存活,故而使大量能量得以保存。由于没有形体活动也就使某些生理反应不再进行,小型哺乳动物的代谢率比大型哺乳动物的代谢率的降幅更大,在体内的能量是一个定值时,代谢率的降低幅度越大就越有利于动物存活。故而可以把它作为一个标志。

2.3.3 在心率和呼吸频率上的变化 在冬眠期间,代谢速率与体温同时下降,并也同时导致心脏跳动频率和肺呼吸频率的降低,使呼吸的频率降至最低。

3 影响动物冬眠的因素

营养因素、环境温度和生理代价是影响动物冬眠的主要因素,环境温度和营养因素是生理代价的集中反映。

3.1 营养因素

食物是哺乳动物获取营养的主要方式,食物是否充足也就代表着营养元素是否丰富。食物短缺就不能维持高而恒定的体温。故而食物的短缺是哺乳动物最大的威胁。

哺乳动物在冬眠期间的主要能源是脂肪酸^[6]。其含量影响冬眠阵的长度和深度。大量实验表明,饱和脂肪酸(SFA)含量高的食物使冬眠动物的冬眠阵变短。而大多数的不饱和脂肪酸(PUFA)主要影响动物的深冬眠。亚油酸,作为PUFA的一种,它可以有效地使动物的体温和代谢率降低,进而使冬眠阵的长度和深度增加。在哺乳动物冬眠期间,动物大约要丢失总体重的40%。动物觉醒后要维持较高的体温,故而能量的消费很大。并且动物的体重越大,在觉醒的过程中消耗的能量也越多。在这期间70%~80%的能量消耗发生在觉醒期间,只有20%~30%用于冬眠时的维持。

3.2 环境温度对冬眠的影响

有些生物学家认为外因起决定性作用,从而认为环境温度的降低是动物冬眠的重要原因。在试验中发现,刺猬处于正常时的体温比人的体温偏低。如果外界温度过低而使其直肠温度低于 32.5°C ,这时刺猬就要进入冬眠。

环境温度的高低直接影响冬眠阵的长短。温度越低,冬眠阵的长度就越长。哺乳动物的体温在此时有较大波动。

3.3 冬眠期间生理上的变化

冬眠动物在冬眠期间存在许多的生理问题,

主要表现为免疫力的降低。在冬眠时,哺乳动物的免疫力受体内氧化性成分的影响。氧化性成分越多,则会导致其免疫力越低。这些生理问题也就是使动物在冬眠期间出现激醒的原因。激醒就表示冬眠中深冬眠过程的终止。

4 冬眠间觉醒的意义

大量试验表明,不同的生理现象对冬眠有关的代谢抑制和低体温很有可能产生不利的影响。这种特殊的适应维持了冬眠哺乳动物能够存活的最低体温,这对研究非冬眠动物又特别重要,它证明了温度是生物存活的必要条件。在冬眠过程中行为运动和感觉能力大幅度下降,有丝分裂受抑制^[7],蛋白质合成终止^[8],细胞膜的主动运输又因此受阻^[9]。但因为冬眠的哺乳动物有从冬眠状态立即回升到正常体温的能力,故而认为冬眠的害处由短期的周期性苏醒而抵消。

几乎所有的冬眠哺乳动物在冬眠过程中都有周期性的觉醒。此时新陈代谢速率和呼吸速率及体温迅速升高。这个过程中消耗了大量的能量,其所占份额又为整个冬眠过程中耗能的70%~80%。周期性的觉醒对维持冬眠哺乳动物生理模式和生理模型及功能有非常重要的意义。当前对于觉醒的解释主要为阻止中枢神经系统的损伤、性腺的正常发育和免疫的短暂增强。因为周期觉醒是以高能量为代价,故而这种特殊生理现象的研究又为相关领域的研究提供了基础。体温的周期性变化被认为是对于体内生理平衡相关方面的恢复。周期性觉醒的普遍现象表明,冬眠与重要的负面影响相关,故而高能的觉醒对动物有益。

5 冬眠对动物器官和腺体的影响

研究中发现冬眠动物在冬眠对其身体器官和腺体会有显著的影响。科学家研究发现哺乳动物冬眠会引起甲状腺和肾上腺作用的降低。在此同时,生殖腺却发育正常。对于大多数的哺乳类冬眠动物,如果在冬眠前,甲状腺素的含量维持在一个较低值。它既有利于增加生物膜上不饱和脂肪酸,也同时有利于体内脂肪的积累,以此来提高对低温的承受度。而在冬眠过程中,甲状腺激素越高,越有利于维持细胞间的阳离子梯度,为日后的觉醒做好了产热准备。冬眠后的动物比平时的抗病能力明显增强。这就表明冬眠对它们是有利的。在苏醒以后,行为动作更加灵敏,进食量比先前更加旺盛,并且身体的器官都表现出年轻态。

由此可见,动物在冬眠时期神经系统和肌肉系统仍然保持充分的活力,而新陈代谢却降低到最低限度。

冬眠是哺乳动物对低温和食物短缺的一种适应方式。通过在冬眠前的储存能量和其过程中代谢抑制的结合,使冬眠的哺乳动物在食物短缺的季节得以存活。代谢抑制是哺乳动物冬眠的主要特征,而冬眠的模式及能量储存的状况又决定了其抑制程度的强弱。处于冬眠时期的哺乳动物在其冬眠前储备能源的利用、代谢速率、产热的机制、腺体与各器官的生理性变化都作为哺乳动物在冬眠时期的特殊现象。

冬眠是多种因素共同导致的一种极其复杂的生理现象,通过调节其自身代谢率、体温和呼吸速率等来适应特殊的环境。科学家也正在加大力度查明冬眠的原因及机制,使其能得到更广泛的应用。例如:如何使宇航员在冬眠的状态下进入太空以抵消途中的不适反应;如何成功诱导小白鼠的人工冬眠;如何使正在做手术的病人处于冬眠状态以抵消痛觉;如何使人类冬眠而延长寿命。这些疑难问题还有待今后更深入地研究。

参考文献:

- [1] 蔡益鹏. 哺乳动物和鸟类的冬眠[M]. 北京:北京大学出版社,1992.
- [2] 刁颖,祁冲,袁丽丽. 哺乳动物的冬眠及其影响因素[J]. 生物学通报,2006,41(8):1-3.
- [3] 王有,袁丽丽,彭霞,等. 达乌尔黄鼠冬眠模式年龄性别差异的实验研究[J]. 沈阳师范大学学报:自然科学版,2009,27(3):351-355.
- [4] 刘丹,高龄,王振龙,等. 非冬眠期刺猬血液生理生化指标季节变化[J]. 中国比较医学杂志,2010(5):3-4.
- [5] Geiser F, Kenagy G J. Torpor duration in relation to temperature and metabolism in hibernating ground squirrels[J]. Physiol Zool, 1988, 61:442-449.
- [6] Humphries M M, Thomas D W, Hall C L, et al. The energetics of autumn mast hoarding in eastern chipmunks[J]. Oecologia, 2002, 133:30-37.
- [7] Frerichs K U, Smith C B, Brenner M, et al. Suppression of protein synthesis in brain during hibernation involves inhibition of protein initiation and elongation[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 1998, 95:14511-14516.
- [8] van Breukelen F, Martin S L. Reversible depression of transcription during hibernation[J]. J Comp Physiol B, 2002, 172:355-361.
- [9] Marjanovic M, Willis J S. ATP dependence of Na⁺ + K⁺ pump of cold-sensitive and cold-tolerant mammalian red blood cells[J]. J Physiol, 1992, 456:575-590.

(下转第74页)

- 建植[J]. 甘肃农业科技, 2004(9):38-39.
- [4] 张治安, 张美善, 蔚荣海. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2004.
- [5] 高俊凤. 植物生理学试验技术[M]. 西安: 世界图书出版社, 2000.
- [6] 华东师范大学生物系植物生理教研组. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 1980.
- [7] 曾小平, 赵平, 蔡锡安, 等. 25 种南亚热带植物耐阴性的初步研究[J]. 北京林业大学学报, 2006, 28(4): 88-95.
- [8] 杨学荣. 植物生理学[M]. 北京: 人民教育出版社, 1982.
- [9] 潘瑞枳, 董思得. 植物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1984.
- [10] 伍世平, 王君健, 于至熙. 11 种地被植物的耐阴性[J]. 武汉植物学研究, 1994, 12(4): 360-364.
- [11] 采列尼克尔. 木本植物耐阴性的生理学原理[M]. 北京: 科学出版社, 1986.
- [12] 姚侠妹. 地被石竹光合及水分生理特性的研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2007.

Effects of Shading on Physio-ecological Characteristics of Introduced *Dianthus plumarius*

YAO Xia-mei^{1,2}, OU Chun¹, HUANG Cheng-lin², ZHUO Li-huan³, YAO Xia-nan²

(1. Fuyang Teachers College, Fuyang, Anhui 236041; 2. Anhui Agricultural University, Hefei, Anhui 230036; 3. Shanghai Vocational Technical College of Agriculture and Forestry, Shanghai 201600)

Abstract: One-year old *Dianthus plumarius* was used as materials to study its physio-ecological characteristics under shading treatment to discuss the suitable lighting condition for introduced *Dianthus plumarius*. The results were as follows: specific leaf area of *Dianthus plumarius* was small, which was $(124.50 \pm 8.24) \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$. In shading treatments, its internodes length increased, and the length was increasing with shading treatment serious. Through measuring relative water content, specific leaf weight, chlorophyll content and photosynthesis of *Dianthus plumarius*, it concluded that its shade resistance was weaker.

Key words: *Dianthus plumarius*; shading; physio-ecological characteristics

(上接第 66 页)

Mammals Hibernate and Its Influencing Factors

GAI Lei

(Life Science and Technology Institute of Harbin Normal University, Harbin, Heilongjiang 150025)

Abstract: In order to understand the phenomenon of mammals hibernate in winter and its influence factors, make the mammals hibernate process in the behavior, the changes of physiological aspects can be better state, the definition, behavior and physical performance during the period of winter hibernation and influence factors of hibernation were expounded according to the research results of the hibernate both at home and abroad. The result showed that the behavior of mammals hibernate in winter was a combined action by behavior, physiology, genetic factors and so on. The main factors that affecting mammals hibernate were environment temperature, temperature changes of themselves, nutrition factors and their own physical condition. Moreover, the significance of awakening during hibernate and the effect of hibernate on organs and gland of animals were elaborated.

Key words: hibernate; mammals; behavior; influencing factors; physiological changes