

## 树鼩乳汁的主要成分检测及其意义

杨春, 欧超, 李瑗, 苏建家, 骆成飘, 卢晓旭, 朱伶群, 曹骥

(广西医科大学附属肿瘤医院实验研究部, 南宁 530021)

**【摘要】** 目的 探讨树鼩乳汁的基本成份,并和其它乳制品成份进行了比较分析。方法 选取10只分娩后(1~21)d期间的哺乳期母树鼩,用人工被动母乳喂养方法让仔树鼩自由吮吸母乳,立即采用无菌操作的方法用注射器直接采取仔树鼩胃内的乳汁,1次/2d,连续3~5次,每只母树鼩采取18mL乳汁,按照国家标准的方法进行成分检测。结果 树鼩乳汁总固形物为43.63%、脂肪为26.01%、蛋白质为10.41%、乳糖为0.45%、灰分为0.99%。树鼩乳的总固形物、灰分、蛋白质、脂肪、乳糖含量分别为牛乳的3.36、1.24、2.74、6.67、0.09倍;树鼩乳的总固形物、灰分、蛋白质、脂肪、乳糖含量分别为婴幼儿配方乳的1.44、0.20、0.58、1.53、0.06倍;与牛乳及婴幼儿配方乳矿物质成分含量相比,树鼩乳的矿物质成分钙、磷、钾、钠、镁、铁、锌含量均大于牛乳,分别为1.83、2.73、1.25、1.93、1.28、1.48倍,而均小于婴幼儿配方乳,分别为0.66、0.85、0.34、0.26、0.85、0.24、0.49倍。结论 树鼩乳的主要营养成分呈现高脂高蛋白低糖的类型,可为树鼩人工育幼和饲养工作提供依据。

**【关键词】** 树鼩乳;牛乳;婴幼儿配方乳;主要成份

**【中图分类号】** R332 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-7856(2014)09-0044-04

doi: 10.3969/j.issn.1671.7856.2014.009.010

## Detection and significance of the main nutritional ingredients of tree shrew's milk

YANG Chun, OU Chao, LI Yuan, SU Jian-jia, LUO Cheng-piao, LU Xiao-xu, ZHU Ling-qun, CAO Ji

(Department of Experimental Research, Affiliated Tumor Hospital of Guangxi Medical University, Nanning 530021, China)

**【Abstract】 Objective** To explore the basic ingredients of the tree shrew's (*Tupaia belangeri*) milk and compare with the dairy ingredients of other milks. **Methods** We select ten seed tree shrews after delivery (1 ~ 21) d with lactation mother tree shrews, and use artificial passive breastfeeding method let the young tree shrews suck breast milk, we took the milk from the young tree shrews in the stomach, directly using aseptic operation with a syringe immediately, once every two days, for consecutive three to five times, and a total of 18 mL milk was taken from each seed tree shrew. Then the milk was detected according to the national standard method for component testing. **Results** The total solid content of the tree shrew's milk was 43.63%, including 26.01% of fat, 10.41% of protein, 0.45% of lactose and 0.99% of ash content. Compared with cow's milk, the tree shrew's milk contained 3.36 times of total solid contents, 1.24 times of ash, 2.74 times of protein, 6.67 times of fat, and 0.09 times of lactose. Compare with baby formula milk, the tree shrew's milk contained 1.44 times of total solid contents, 0.20 times of ash, 0.58 times of protein, 1.53 times of fat, and 0.06 times of

**【基金项目】** 国家自然科学基金项目(81260080);广西科技基础条件平台建设项目(10-108-25);广西科技基础条件平台建设项目(11-31-03)。

**【作者简介】** 杨春(1961-),男,研究方向:树鼩实验动物化及肝癌模型。E-mail: cxl\_yang@126.com。

**【通讯作者】** 曹骥(1973-),男,研究方向:原发性肝癌的基础及临床病理研究。E-mail: caojicn@163.com;欧超(1974-),男,研究方向:原发性肝癌的基础及临床病理研究。E-mail: ouchaoen@126.com。

lactose. The trace mineral composition of the tree shrew's milk showed that the calcium, phosphorus, potassium, sodium, magnesium, and iron contents were 1.83 times, 2.73 times, 1.25 times, 1.93 times, 1.28 times, and 1.48 times higher than those in the cow's milk, and were 0.66 times, 0.85 times, 0.34 times, 0.26 times, 0.85 times, 0.24 times lower than those in baby formula milk. **Conclusions** The main nutrients of tree shrew's milk is of high fat, high protein and low sugar, and it can provide a basis for tree shrews artificial brood and breeding work.

**【Key words】** Tree shrew's milk; Cow's milk; Baby formula milk; Main ingredients

树鼩 (*Tupaia belangeri*) 是一种形似松鼠的小型哺乳动物,分类上属哺乳纲有胎盘类,介于食虫目和灵长目之间的一个独立阶元——攀鼩目,因其特殊分类地位和生物学特性受到了医学生物学工作者的瞩目<sup>[1]</sup>。在我国云南、贵州、广西、广东、海南等地均有分布。由于树鼩具有体型小、易饲养、管理方便、价廉及新陈代谢和大体解剖远比啮齿类动物更接近人类等优点,利用树鼩进行人类疾病动物模型的实验研究的多个领域,如各种类型的病毒性肝炎模型、耐药细菌感染和败血症等感染性疾病模型,精神和神经疾病模型,糖尿病、胆结石等代谢性疾病模型以及癌症模型<sup>[2-3]</sup>。近年来,树鼩在医学动物实验研究中的作用越来越受到重视。树鼩是一种晚熟型的哺乳动物,出生至断奶整个哺乳期是其生长发育最快和最关键的时期<sup>[4]</sup>,本文主要对树鼩乳的基本组成进行分析,并与婴幼儿配方奶和牛乳的主要成分进行比较,揭示它们之间的异同,为今后树鼩人工育幼和饲养工作的开展提供经验。

## 1 材料和方法

### 1.1 实验动物及实验环境

树鼩种群购自中国科学院昆明动物研究所【SCXK(桂)2009-2002】,选取野生成年树鼩雌雄 10 对;树鼩体重雄性(140~160)g;雌性(120~140)g。动物室的温度控制在(25~28)℃,相对湿度(60%~80%),每日光照 12 h,室内保持清洁、安静、通风良好。笼具大小为(70×50×50)cm,笼内架放树枝供树鼩攀爬,笼后侧放置 1 个相通的(20×20×50)cm 的巢箱,供母树鼩产仔躲藏使用,定时清洗和消毒笼具。树鼩按雌:雄=2:1 配对,雌雄树鼩合笼后,每周称体重,注意观察怀孕、分娩情况。

### 1.2 方法

1.2.1 母树鼩奶的采集:选取 10 只分娩后(1~21)d 期间的哺乳期母树鼩,用特制的棉质捕捉袋子将哺乳期母树鼩固定,并暴露乳头,消毒乳头皮肤,用人工被动母乳喂养方法让仔树鼩自由吮吸母乳,

立即按照无菌操作的方法用注射器直接采取仔树鼩胃内的乳汁,1 次/2d,连续 3-5 次,每只母树鼩采取乳汁总量约 18 mL,每次采样完毕立即冻存于 -40℃ 保存备用。

1.2.2 饲料:基础日粮为大米粉、豆粉、鱼粉、玉米粉、麦麸、花生油、鸡蛋、维生素添加剂等组成的混合饲料,母树鼩怀孕及哺乳期间适当增加蛋白质的黄粉虫,饲料和饮水任其自由食用,每日喂乳母树鼩牛奶和水果各 1 次。

1.2.3 检测方法:将所冻存树鼩乳汁样品低温运送至广西分析测试研究中心[广西分析测试研究中心是经中国实验室国家认可委员会评定,获 CANCL 实验室认可证书(No:0706 号)是独立于生产和消费部门,具有第三方公正地位的检验实验室],由该中心按照国家标准的方法进行检测;所用的国家标准为,灰分:参照 GB/T5413.7-1997;总固形物:参照 GB/T5413.8-1997;蛋白质:参照 GB/T5413.1-1997;脂肪:参照 GB/T5413.3-1997;乳糖:参照 GB/T5413.5-1997;钙、铁、锌、钠、钾、镁、铜、锰:参照 GB/T5413.21-1997;磷:参照 GB/T5413.22-1997。婴幼儿配方奶粉的基本成分参照国家标准<sup>[5]</sup>(China National Standardization Management Committee 2004)GB10765—1997)婴儿配方乳粉 I 的规定摘录,牛乳成分参照 Malacame M<sup>[6]</sup>。主要成份有总固形物(乳中除去水和气体之外的物质)、水、脂肪、蛋白质、乳糖等。

### 1.3 统计学方法

所有数据经过国际标准单位换算,计数 10 只乳母树鼩乳汁的检测值的均数及标准差表示。采用 SPSS 10.0 统计学软件进行统计。

## 2 结果

树鼩乳汁由主要成份及矿物质成分两大部分组成,各主要成分含量用均数及标准差表示(表 1),其中主要成份有总固形物(乳中除去水和气体之外的物质)、水、脂肪、蛋白质、乳糖等,树鼩乳汁的矿物质成分主要有钙、磷、钾、钠、镁、铁、锌、铜、锰等组成(表 2)。总体来说,树鼩乳和牛乳、婴幼儿配方乳三者的

主要营养成分十分相似,都是由水、脂肪、蛋白质、乳糖、钙、磷、钾、钠、镁、铁、锌、铜、锰等组成;树鼯乳总固形物为 43.63%、脂肪为 26.01%、蛋白质为 10.41%、乳糖为 0.45%、灰分为 0.99%(表 1)。与牛乳及婴幼儿配方乳主要营养成分含量相比,树鼯乳的总固形物、灰分、蛋白质、脂肪、乳糖含量分别为牛乳的 3.36、1.24、2.74、6.67、0.09 倍;树鼯乳的总固形

物、灰分、蛋白质、脂肪、乳糖含量分别为婴幼儿配方乳的 1.44、0.20、0.58、1.53、0.06 倍(表 1,图 1);与牛乳及婴幼儿配方乳矿物质成分含量相比,树鼯乳的矿物质成分钙、磷、钾、钠、镁、铁、锌含量均大于牛乳,分别为 1.83、2.73、1.25、1.93、1.28、1.48 倍,而均小于婴幼儿配方乳,分别为 0.66、0.85、0.34、0.26、0.85、0.24、0.49 倍(图 1、2)。

表 1 树鼯乳的主要营养成分及含量

Tab.1 The major nutrients of tree shrew's milk

项目 Item	单位 Unit	平均数 Average	标准差 s. d.
总固形物 Solids	g/100g	43.63	1.56
灰分 Ash	g/100g	0.99	0.61
蛋白质 Protein	g/100g	10.41	0.82
脂肪 Fat	g/100g	26.01	1.63
乳糖 Milk sugar	g/100g	0.45	0.03
钙 Calcium	mg/100g	329.19	75.87
磷 Phosphorus	mg/100g	341.45	24.50
钾 Potassium	mg/100g	137.37	28.47
钠 Sodium	mg/100g	77.21	11.88
镁 Magnesium	mg/100g	25.62	5.45
铁 Iron	mg/100g	1.48	0.45
锌 Zinc	mg/100g	1.22	0.16
铜 Copper	μg/100g	620.38	371.75
锰 Manganese	μg/100g	6.35	3.62

注:按照国际标准单位进行换算。

Note: The conversion was performed according to the international standard units.

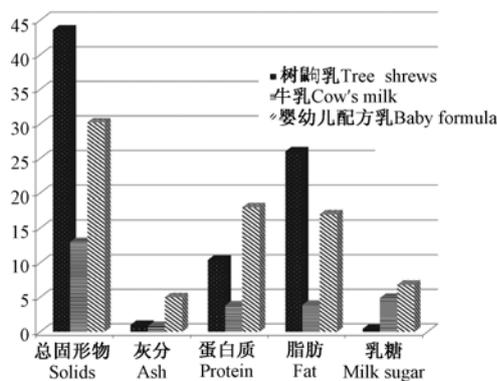


图 1 树鼯乳、婴幼儿配方乳和牛乳主要营养成分含量比较

Fig.1 Comparison of the major nutrients of tree shrew's milk, infant formula milk and cow's milk

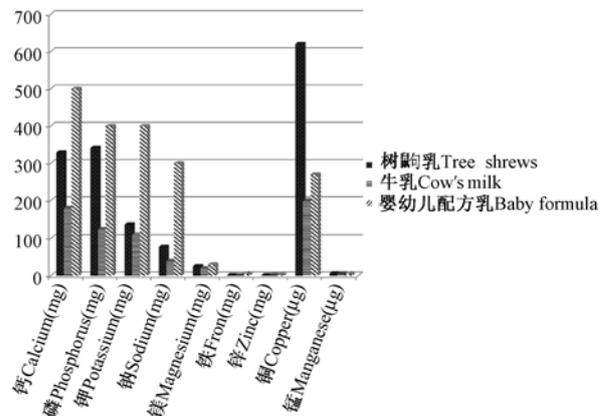


图 2 树鼯乳、婴幼儿配方乳和牛乳矿物质成分含量比较

Fig.2 Comparison of the mineral composition of tree shrew's milk, infant formula milk and cow's milk

### 3 讨论

随着树鼯在医学动物实验研究中的作用越来越受到重视,树鼯的实验动物化是目前的研究热点。近年来,中国医学科学院医学生物学研究所获得了树鼯规模性繁殖的成功。中国医学科学院医学生物学研究所获得树鼯规模化繁殖的主要经验

在于:用保障营养均衡稳定全价颗粒饲料喂养树鼯,初产子代母树鼯由具有经产史的母树鼯诱导哺乳,有效提高了子代树鼯的繁殖率和存活率<sup>[7]</sup>。本实验室尝试用产后的母树鼯作为乳母被动哺乳使得仔树鼯能健康成活<sup>[8]</sup>。但在建立树鼯疾病模型的探索中,由于要进行各种药物、病毒干预,也应考

虑人工哺乳育幼的可能。在本课题组多年的乙型肝炎树鼩模型的研究中发现,利用免疫力低下的新生树鼩(出生 1~3 d)皮下注射乙型肝炎感染血清可诱导出慢性乙肝模型<sup>[9]</sup>。

母乳是雌性哺乳动物分娩后的乳腺分泌物,主要含有脂肪、蛋白质、乳糖、无机盐类及维生素等各种成分,其主要功能是为了满足新生动物的营养需要。对在自然环境中哺乳动物培育新生子代的成活率起到非常关键的作用,乳中各种主要成份的含量与哺乳动物的种类有关,不同种类之间,其成分和含量有较大的差别。传统的婴幼儿配方奶粉多以牛奶或者羊奶为原材料,在此基础上通过工艺添加完善营养结构以适合婴幼儿的生长发育(参照 GB10765-1997 婴儿配方奶粉 I),其成分和含量较为全面。了解树鼩乳的基本组成,对探讨树鼩的育幼以及驯养过程中饲料营养成分的调配研究有一定的意义。

本文对树鼩乳汁的基本组成进行检测,分析发现:树鼩乳和牛乳、婴幼儿配方乳三者的主要营养成分十分相似,都是由水、脂肪、蛋白质、乳糖、钙、磷、钾、钠、镁、铁、锌、铜、锰等组成,这可能与树鼩在生物分类上属于亲缘关系接近人类程度仅次于猴子的低等灵长类哺乳动物有关;与牛乳及婴幼儿配方乳主要营养成分含量相比,树鼩乳的主要营养成分含量大于牛乳及婴幼儿配方乳的有总固形物、脂肪,分别为 3.36、6.67 倍及 1.44、1.53 倍;可能与乳母树鼩隔天喂养子代树鼩生物习性有关,为本课题组多年繁育子树鼩的观察发现乳母树鼩隔天喂养子代树鼩生物习性提供有力的依据,本课题组在多年繁育树鼩过程中亦发现成年树鼩喜欢进食面包虫、蜂蛹等高蛋白高脂肪的食物,给孕期和哺乳期的母树鼩补充高蛋白高脂肪的食物有利于乳汁的产生和仔树鼩的生长发育。与牛乳主要成份含量相比,树鼩乳的主要营养成分含量大于牛乳的有总固形物、灰分、蛋白质、脂肪,分别为 3.36、1.27、2.74、6.67 倍,同时与婴幼儿配方乳相比,树鼩乳的主要营养成分含量大于婴幼儿配方乳的有总固形物、脂肪,分别为 3.36、6.67 倍,与牛乳及婴幼儿配方乳矿物质成分含量相比,树鼩乳的矿物质成分钙、磷、钾、钠、镁、铁、锌含量均大于牛乳,分别为 1.83、2.73、1.25、1.93、1.28、1.48 倍,而均小于婴幼儿配方乳,分别为 0.66、0.85、0.34、0.26、0.85、0.24、0.49 倍。由于牛乳及婴幼儿配方乳的主要成

分存在如此大的区别,提示人工被动喂养初生子树鼩时,简单的使用牛乳或婴幼儿配方乳代替母乳喂养不易成活的原因之一。提示高脂肪低乳糖含量的乳制品是仔树鼩人工配方乳喂养的特点,可以一定程度上指导人工配方乳汁成分,提高人工繁育子树鼩的成功率,为加快树鼩作为实验动物化的进程提供科学依据。

本研究进一步分析发现,树鼩乳中乳糖含量仅为 0.47%,相比牛乳及婴幼儿配方乳,树鼩乳的乳糖含量远低于牛乳和婴幼儿配方奶粉,其机理有待进一步探讨,有可能与树鼩缺乏乳糖酶,存在乳糖不耐受有关。树鼩乳中蛋白质、脂肪含量高于牛乳的特点,解释了本课题组在多年繁育树鼩过程中亦发现成年树鼩喜欢进食面包虫、蜂蛹等高蛋白高脂肪的食物的特性,这可能与给孕期和哺乳期的母树鼩补充高蛋白高脂肪的食物有利于乳汁的产生和仔树鼩的生长发育有关。

总之,本研究提示树鼩乳的主要营养成分呈现高脂高蛋白低糖,可为开展树鼩人工育幼工作和搭配喂养饲料的营养成分提供一定的依据。

#### 参考文献:

- [1] 彭燕章,叶智彰,邹如金,等. 树鼩生物学[M]. 昆明:云南科技出版社. 1991:24-34.
- [2] Xu L, Zhang Y, Liang B, *et al.* Tree shrew under the spot light: emerging model of human diseases [J]. *Zool Res*, 2013, 34(1):1-11.
- [3] 陈瑾,代解杰,孙晓梅. 树鼩肝炎动物模型的研究进展[J]. *中国比较医学杂志*, 2008, 18(2):59-62.
- [4] 于永梅,吴一迁,罗海涛,等. 哺乳阶段仔树鼩生长发育的初步研究[J]. *上海实验动物科学*. 2002,1(22):44-45.
- [5] 中国国家标准委员会. 中国标准库. 婴儿配方乳粉 I (GB10765-1997)[S]. 2004.
- [6] Malacarne M, Summer A, Fossa E, *et al.* Composition, coagulation properties and Parmigiano-Reggiano cheese yield of Italian brown and Italian Friesian herd milks [J]. *J Dairy Res*. 2006, 73(2):171-177.
- [7] 江勤芳,匡德宣,全品芬,等. 树鼩规模化繁殖及繁殖群的建立[J]. *实验动物科学*, 2011, 6(28):35-38.
- [8] 梁亮,李瑗,杨春,等. 树鼩实验室繁殖及育幼的探讨[J]. *四川动物*, 2005, 24(2):199-201.
- [9] Wang Qi, Schwarzenberger P, Yang F, *et al.* Experimental chronic hepatitis B infection of neonatal tree shrews (*Tupaia belangeri chinensis*): A model to study molecular causes for susceptibility and disease progression to chronic hepatitis in humans [J]. *Virol J*. 2012, 9(2):170-179.