

研究简报

保安湖四种小型鱼类脑指数初步研究

金 刚^{1,2} 丁 莉¹ 李钟杰²

(1. 深圳职业技术学院生物技术系, 深圳 518055; 2. 中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

PRIMARY STUDY ON THE BRAIN INDEX OF FOUR SMALL
FISHES IN LAKE BAO'AN

JIN Gang^{1,2}, DING Li¹ and LI Zhong-Jie²

(1. Shenzhen Polytechnic, Shenzhen 518055; 2. Institute of Hydrobiology, the Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

关键词: 脑指数; 小型鱼类; 保安湖

Key words: Brain index; Small fishes; Lake Bao'an

中图分类号: Q174 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2008)01-0109-03

脑的大小与动物在生态系统中所承受的生存压力相关, 如在陆地生态系统中猎物和捕食者的脑重均随着进化过程不断增加, 但每一次突变时, 捕食者的脑指数总是比猎物的高^[1]。与温血脊椎动物相比, 大多数鱼类的脑显得较小。但是, 鱼类的脑已经进化到它们生存所需的大小, 在不同生态龛里的不同种类的鱼, 脑的大小不一样^[1]。对同一种鱼, 脑指数随着个体发育而出现较大变异, 幼鱼的脑指数一般大于成鱼的脑指数, 因此多数情况下是用成鱼脑指数进行种类之间的比较研究^[2]。我国对鱼类脑指数的研究尚未系统开展。本文调查了湖北省保安湖四种小型鱼类——*麦穗鱼* *Hemiculter leuciscus*、*鲫鱼* *Carassius auratus auratus*、*麦穗鱼* *Pseudorasbora parva* 和高体*鳊* *Rhodeus sinensis* 的脑指数与体长和体重之间的关系, 为今后深入研究鱼类的认知行为提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 样本采集: 用于本研究的样本为保安湖渔民捕捞鱼类, 采集时间为 2002 年 5—8 月采样当天清早。不新鲜的样本弃

之不用。保安湖(114°43'E, 30°15'N)位于湖北省大冶市境内, 属梁子湖水系的一个浅水草型湖泊, 面积 39.3 km², 水深 1.5—2.5 m, 近年来以放养河蟹和鳊鱼等为主^[3]。

1.2 鱼体测量: 将新鲜标本测全长、体长(精确至 0.1 cm), 称体重(精确至 0.1 g)后, 用解剖工具掀开颅部顶盖骨, 取出脑组织, 剔除脂肪、血管和血块, 称脑重(精确至 0.1 mg)。

1.3 数据处理: 用统计软件 Statistica 5.0 分析鱼类脑重与体重和体长的相关关系。本文脑指数计算采用两种方法。全长脑指数(Index1) = 脑重量(mg) ÷ 全长(mm), 体重脑指数(Index2) = 脑重量(mg) ÷ 体重(g)。

2 结果与讨论

2.1 脑重与体长和体重的关系

在一定的体长范围内, 鲫鱼、麦穗鱼、*麦穗鱼*和高体*鳊*的脑重均与体长呈正相关关系(表 1, 2), 可用直线方程(麦穗鱼和*麦穗鱼*), 甚至指数方程(鲫鱼)进行拟合, 表明随着鱼体的生长, 脑也持续地生长。

表 1 四种鱼体长、体重和脑重的范围和均值

Tab. 1 Ranges and averages of body length, body weight and brain weight of fishes

种名 Species	体长 Total length (mm)		体重 Body weight (g)		脑重 Brain weight (mg)		取样量 Number of sample
	range	mean ±se	range	mean ±se	range	mean ±se	
<i>H. leuciscus</i>	66 - 189	114.6 ±27.3	1.4 - 40.9	10.41 ±8.58	8.1 - 125.0	54.1 ±26.1	94
<i>C. auratus auratus</i>	47 - 217	90.3 ±40.6	1.3 - 181.5	19.76 ±32.40	26.2 - 386.8	91.1 ±80.4	112
<i>P. parva</i>	51 - 97	73.7 ±10.3	1.3 - 8.3	3.83 ±1.62	8.5 - 43.3	26.3 ±9.3	104
<i>R. ocellatus</i>	37 - 88	56.6 ±9.2	0.6 - 8.5	2.34 ±1.21	4.0 - 48.0	19.7 ±8.3	122

收稿日期: 2006-01-02; 修订日期: 2006-09-27

基金项目: 国家自然科学基金(30170134); 深圳市科技计划(03K16044)资助

作者简介: 金刚(1965—), 男, 湖北当阳市人; 博士, 研究员; 主要从事水生生物学研究

通讯作者: 金刚, E-mail: jg6501@yahoo.com.cn

表 2 鱼脑重量(BRW ,mg)与体长(BL ,mm) 的相关关系 ($p < 0.05$)

Tab.2 Relationship between fish brain weight (BRW ,mg) and body length (BL , mm)

种名 Species	回归方程 Regression formula	相关系数 r
<i>H. leucisculus</i>	$BRW = - 44.6 + 1.052BL$	0.91
<i>C. auratus auratus</i>	$BRW = 17.418exp(0.019BL)$	0.95
<i>P. parva</i>	$BRW = - 26.4 + 0.871BL$	0.82
<i>R. ocellatus</i>	$BRW = - 22.9 + 0.935BL$	0.76

四种鱼脑重也随体重的增加而增加,这种正相关关系可用对数方程表示(表 3)。对同一种鱼,在生命早期(即体重较轻),脑重量增加快;体重大的个体,脑重量增加慢。鱼脑重量是否有一个极限值,本文可能因为数据不充足,还难确定,有待以后继续研究。如果能够获得种群最大个体的足够数量,应该可以统计出这一种群的脑重量极限。

表 3 鱼脑重量(BRW ,mg)与体重(x ,g)的相关关系

Tab.3 Relationship between fish brain weight (BRW ,mg) and body weight (x ,g)

种名 Species	回归方程 Regression formula	相关系数 r
<i>H. leucisculus</i>	$BRW = - 10.8 + 72.36lgx$	0.84
<i>C. auratus auratus</i>	$BRW = 27.0 + 5.327x - 0.079x^2 + 0.001x^3 - 5.149 \times 10^{-6}x^4$	0.95
<i>P. parva</i>	$BRW = 5.6 + 37.92lgx$	0.74
<i>R. ocellatus</i>	$BRW = 9.2 + 33.21lgx$	0.87

2.2 脑指数的变化规律

全长脑指数一般与鱼的全长呈正相关(图 1),而体重脑指数与鱼的体重呈负相关(图 2),四种鱼脑指数的变化趋势十分相似。推测它们在湖泊生态系统中具有相似的生态认知模式。

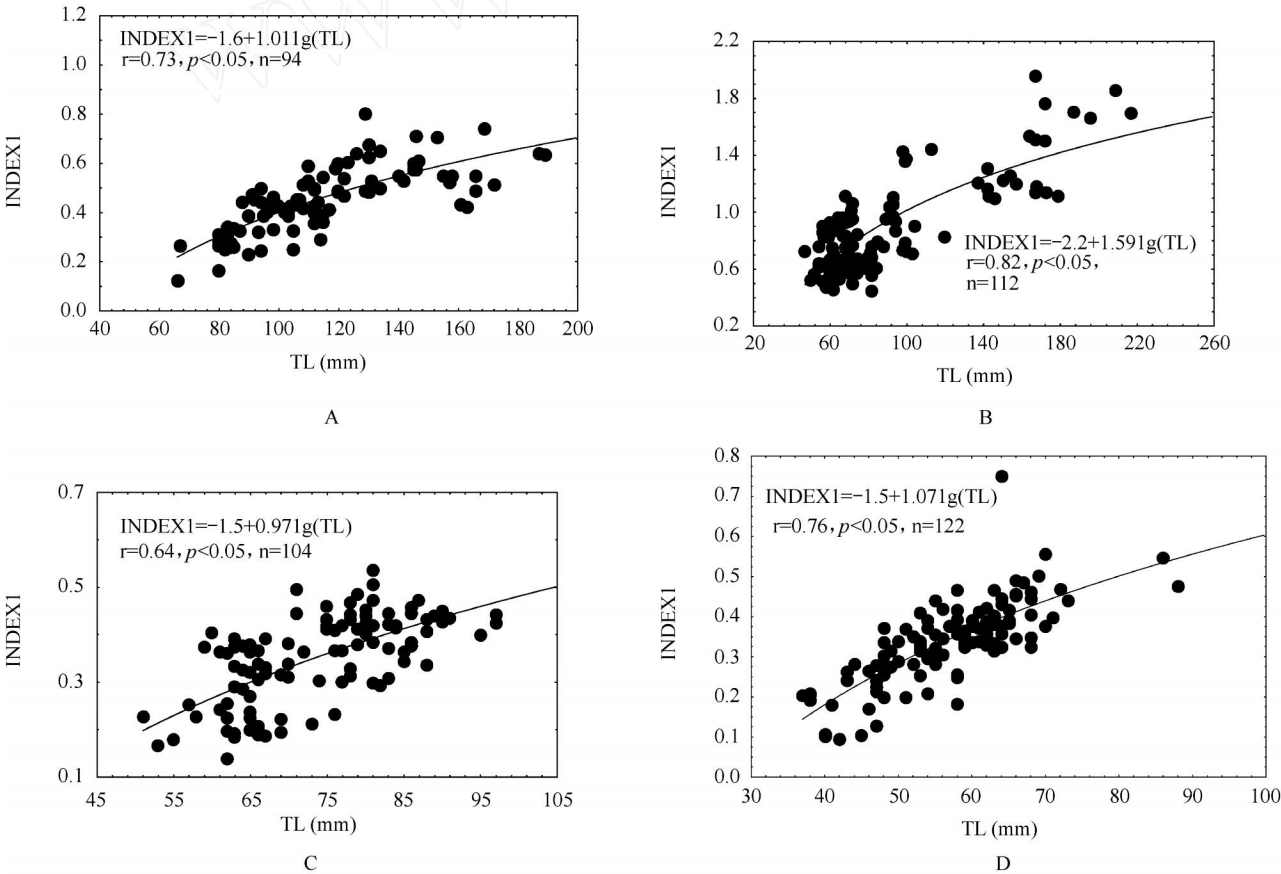


图 1 全长脑指数 (INDEX1) 与全长 (TL ,mm) 的相关关系

Fig.1 Relationship between fish brain index based on total length (INDEX1) and total length (TL ,mm)

A: 鲮鱼; B: 鲫鱼; C: 麦穗鱼; D: 高体鲃; 图 2 同

A: *Hemiculter leucisculus*; B: *Carassius auratus auratus*; C: *Pseudorasbora parva*; D: *R. ocellatus*; the same as Fig. 2

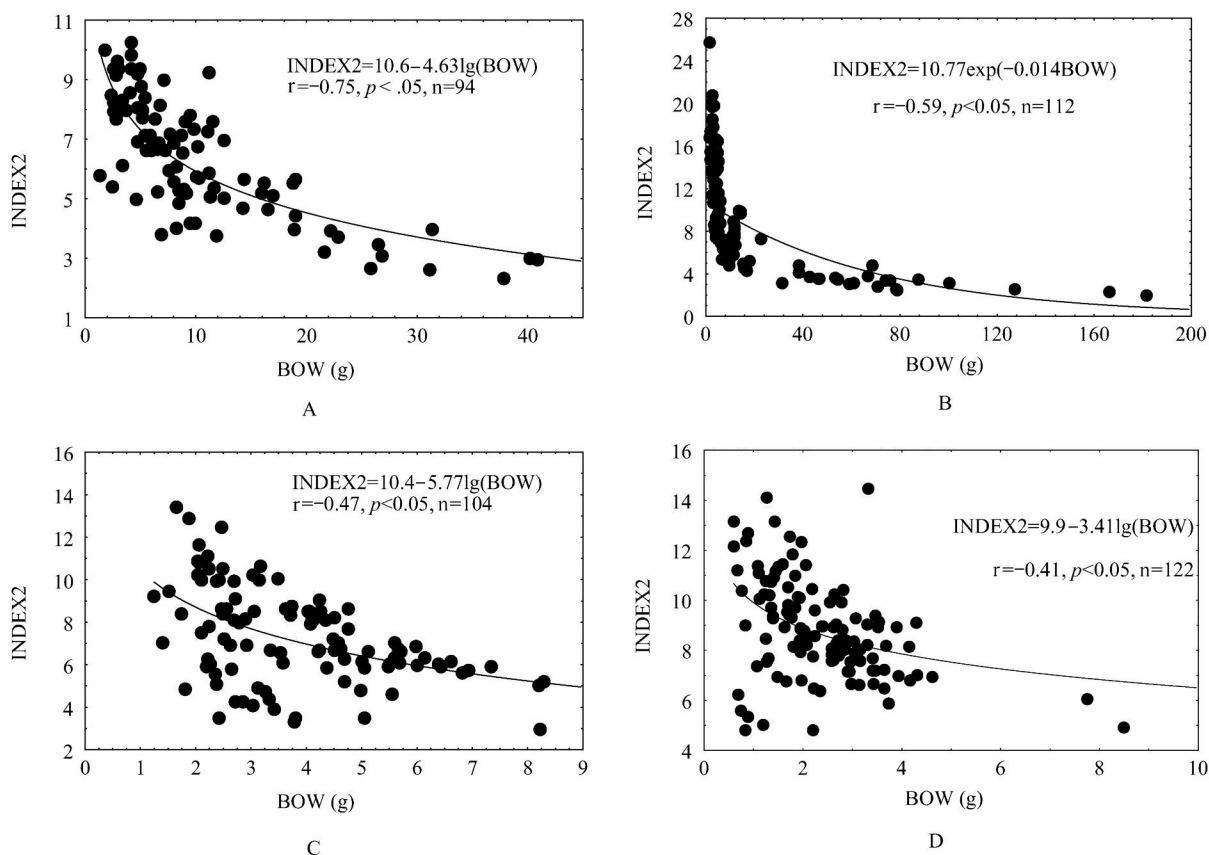


图2 体重脑指数 (INDEX) 与体重 (BOW, g) 的相关关系

Fig. 2 Relationship between fish brain index based on body weight (INDEX2) and body weight (BOW, g)

从相关系数来分析,全长脑指数的准确性要高于体重脑指数。这可能是在计算体重脑指数时,较多的差异影响了体重数据。一是胃肠道中食物重量在不同个体差异很大,我们解剖发现,同一体长的个体有的胃肠道充满食物和粪便,而有的是空胃;二是性腺发育程度也较大地影响体重数据,同一个体在繁殖前后体重相差较大。因此,作者认为,在进行鱼类脑指数研究时,最好采用全长脑指数,体重脑指数仅作参考。由于鱼类脑指数在不同体长和体重是变化的,在开展鱼类认知实验时,选用同一规格可以减少实验误差,而且实验时间不能持续很久。

通过脑重和体重关系的研究来探讨鱼类的进化或者与陆生动物的脑进行比较,已经成为一种研究线索^[4-6]。不管是海洋软骨鱼类,还是硬骨鱼类,脑重与体重的相关性都很显著。本文从四种淡水硬骨鱼类也得出相同的结论。应用脑重和体重的相关方程可以计算出每种鱼的脑商 (Encephalization quotient),当脑商 > 1 、 $= 1$ 和 < 1 时,分别表示相对体重来说,实际脑重比期望值要大,一致,或者要小^[6]。不过,脑商是不是智商的反映,还需要通过系统的认知实验来验证,

有待于今后探索。

参考文献:

- [1] Bauchot R, Ridet J M, Bauchot M L. The brain organization of butterflyfishes [J]. *Environ. Biol. Fish.*, 1989, **25** (1/3): 205—219
- [2] Bauchot R, Diagne M, Ribet J M. Post-hatching growth and allometry of the Teleost brain [J]. *J. Hirnforsch.*, 1979, **20**: 29—34
- [3] Jin G, Li Z J, Liu H Q, et al. Recovery of submerged vegetation and its fishery benefit in Bao'an Lake [J]. *Journal of Lake Sciences*, 1999, **11** (3): 260—266 [金刚, 李钟杰, 刘伙泉, 等. 保安湖水植被恢复及其渔业效益. 湖泊科学, 1999, **11** (3): 260—266]
- [4] Bauchot R, Platel R, Ridet J M. Brain-body weight relationships in Selachii [J]. *Copeia*, 1976, (2): 305—310
- [5] Bauchot R, Bauchot M L, Platel R, Ridet J M. Brains of Hawaiian tropical fishes; brain size and Evolution [J]. *Copeia*, 1977, (1): 42—46
- [6] Lisney T J, Collin S P. Brain morphology in large pelagic fishes: a comparison between sharks and teleosts [J]. *Journal of Fish Biology*, 2006, **68**: 532—554