

## 4种幼鱼临界游泳速度和运动耐受时间的比较\*

鲜雪梅, 曹振东, 付世建

(重庆师范大学 生命科学学院 进化生理与行为学实验室 重庆市动物生物学重点实验室, 重庆 400047)

**摘要:**以南方鲇(*Silurus meridionalis*)、瓦氏黄颡鱼(*Pseudobagrus vachelli*)、青鱼(*Mylopharyngodon piceus*)、锦鲤(*Carassius auratus*)等4种幼鱼为研究对象,在25℃条件下分别测定它们的临界游泳速度( $U_{crit}$ )和1.5倍 $U_{crit}$ 条件下的耐受时间。通过比较两种方式的游泳能力发现4种幼鱼的 $U_{crit}$ 存在显著差异( $p < 0.05$ ),其中南方鲇的 $U_{crit}$ 最低,而锦鲤的 $U_{crit}$ 最高,青鱼和瓦氏黄颡鱼的 $U_{crit}$ 则介于两者之间,南方鲇和瓦氏黄颡鱼之间的耐受时间差异不显著,二者却显著高于青鱼和锦鲤,而锦鲤的耐受时间在4种幼鱼中最短( $p < 0.05$ )。上述结果表明,南方鲇和瓦氏黄颡鱼在较高速度下的运动耐受能力更强,而临界游泳能力相对较低;锦鲤和青鱼则与此相反;它们的两种运动能力之间均存在着权衡,这种权衡可能与鱼类的生态习性之间存在着某种关联。

**关键词:**临界游泳速度;耐受时间;生态习性;南方鲇;瓦氏黄颡鱼;青鱼;锦鲤

中图分类号:Q955

文献标识码:A

文章编号:1672-6693(2010)04-0016-05

游泳运动作为鱼类重要的生存活动方式,为其捕食、逃逸、洄游、繁殖等提供必要的保障<sup>[1]</sup>。鱼类游泳运动能力的考察指标主要包括临界游泳速度(Critical swimming speed,  $U_{crit}$ )、耐受时间(Endurance)和爆发游泳速度(Burst swimming speed,  $U_{burst}$ )等<sup>[2]</sup>,前者主要以有氧代谢提供能量<sup>[3]</sup>,反映鱼类的持续运动能力<sup>[2]</sup>;而后两者作为鱼类无氧运动能力的评估指标<sup>[4]</sup>,与其加速运动能力有关<sup>[2]</sup>。不同鱼类所擅长的运动方式不同,不同运动方式不仅在能量的来源和代谢反应上存在差异,而且在运动能力方面也不尽相同,这些物种间的差异可能与鱼类的生存环境、生活习性有着密切的关联<sup>[2]</sup>。

为了考查不同鱼类的生存策略与其运动能力及所擅长运动方式之间存在的关联,验证不同运动能力之间存在的权衡,本研究以如下4种幼鱼为研究对象:南方鲇(*Silurus meridionalis*)为伏击取食的肉食性鱼类;青鱼(*Mylopharyngodon piceus*)为杂食性鱼类;瓦氏黄颡鱼(*Pseudobagrus vachelli*)是以肉食性为主的杂食性鱼类;而锦鲤(*Carassius auratus*)是一种活跃的杂食性鱼类<sup>[5-6]</sup>。然后分别测定4种幼鱼的 $U_{crit}$ 和1.5倍 $U_{crit}$ 条件下的耐受时间,分析比较

不同鱼类在两种运动能力方面存在的差异,揭示两种运动能力之间可能存在的权衡,为阐明鱼类运动生理生态的适应机制、理解鱼类游泳运动能力和运动方式的演化提供基础资料。

### 1 材料与方法

#### 1.1 实验鱼及其驯化

4种幼鱼均购自当地水产市场。实验前在自净化循环控温水槽中(水容量250L,专利申请号:200520010485.9)驯化2周。驯化期间青鱼与锦鲤以商业颗粒饲料(购于重庆隆生饲料有限责任公司)饱足投喂,而南方鲇与瓦氏黄颡鱼则以白鲢(*Hypophthalmichthys molitrix*)肉块饱足投喂,每天1次。驯化水温控制在 $(25 \pm 1)$ ℃,溶氧含量大于每升7mg。光照制度为自然光周期。

#### 1.2 实验操作

1.2.1  $U_{crit}$ 测定  $U_{crit}$ 采用本实验室研制的鱼类游泳测定仪进行测定。该装置主要由位于水槽中央的游泳管( $\varphi = 5.11$  cm)、调速水泵及其管内两端安装的蜂窝状导流板组成,通过摄像机记录游泳管内黑色凝胶颗粒的运动速度来标定水流速度并以此建立流

\* 收稿日期 2010-01-13 修回日期 2010-03-25

资助项目 国家自然科学基金(No. 30700087)

作者简介 鲜雪梅,女,硕士研究生,研究方向为鱼类生理生态,通讯作者:曹振东, E-mail z. d. cao@hotmail.com

速与调速水泵供电电压的关系。实验过程中,采用调节电压的方法以设定游泳馆内的水流速度。

正式实验前先进行预备实验,估测每种实验鱼的绝对临界游泳速度( $U_a$ ),以此确定其 $U_{crit}$ 的速度增量。实验前将单尾实验鱼放入游泳管中,在低流速下适应1 h以消除转移过程对鱼体的胁迫。随后将流速增至60% $U_{crit}$ 估计值,实验鱼持续游泳15 min后速度增加15% $U_{crit}$ 估计值,以此种方式不断提高水流速度,直至实验鱼达到运动力竭状态(即停留在游泳管筛板处20 s以上)不能继续游泳为止。整个游泳过程溶氧含量不低于每升7 mg。记录实验鱼的力竭时刻并将其从游泳管中取出,测定体重及体长后,放入单元格中恢复24 h以待进行耐受时间的测定。 $U_{crit}$ 计算公式<sup>[4]</sup>为

$$U_{crit} = U + (t/T)\Delta U \quad (1)$$

式中, $T$ 是在各速度梯度下设定时间(15 min), $U$ 是能顺利完成设定时间的最大游泳速度(鱼力竭前一档速度), $\Delta U$ 是各速度梯度的速度增量(15% $U_{crit}$ 估计值), $t$ 是未能完成设定时间的实际持续游泳时间( $t < 15$  min)。

实测 $U_{crit}$ (单位为 $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ )即为 $U_a$ ,为了一定程度上消除体长( $BL$ ,单位为 $\text{cm}$ )对 $U_{crit}$ 的影响,更有效地比较4种幼鱼的相关能力,本研究采用相对临界游泳速度( $U_r$ ,单位为 $BL \cdot \text{s}^{-1}$ ),其计算公式为

$$U_r = U_a/BL \quad (2)$$

由于实验鱼的横截面积(Cross-sectional area)会引发水流的阻挡效应(Solid blocking effect),所以当实验鱼的最大横截面积相当于游泳管内横截面积的10%~20%时,根据相关文献<sup>[4]</sup>本研究采用的校正公式为

$$U_{crit校正} = U_{crit} \times \{1 + [0.4BL/0.5(w+d)] \times (0.25\pi dw/At)^{3/2}\} \quad (3)$$

式中, $w$ 表示实验鱼的最大横截面积处的体宽(单位为 $\text{cm}$ ), $d$ 表示实验鱼的最大横截面积处的体高(单位为 $\text{cm}$ ), $At$ 表示游泳管内的横截面积( $20.5 \text{ cm}^2$ )。4种实验幼鱼中南方鲈的 $U_{crit}$ 需进行校正。

1.2.2 耐受时间测定 测定仪器同上。首先将单尾实验鱼放入游泳管中,在低流速下适应1 h以消除转移过程对鱼体的胁迫,再将流速直接增至实验鱼的1.5倍 $U_{crit}$ (由上述实验获得)并开始计时,将实验鱼达到力竭所经历的时间作为耐受时间。

### 1.3 数据分析

实验数据用EXCEL2003进行常规计算后,用SPSS11.5软件进行多重比较(LSD)。统计值用平均数 $\pm$ 标准误(Mean $\pm$ SE)描述,差异显著水平为 $p < 0.05$ 。另外,为了更有效地比较4种幼鱼临界游泳能力与高速运动耐受能力的关联,以4种幼鱼 $U_{crit}$ 和耐受时间的平均值为100%,分别计算出每种幼鱼的 $U_{crit}$ 百分比和耐受时间百分比。

## 2 结果

### 2.1 幼鱼的 $U_{crit}$

在(25 $\pm$ 1) $^{\circ}\text{C}$ 条件下,4种幼鱼的 $U_{crit}$ 测定结果如表1所示。经统计检验,4种幼鱼的 $U_{crit}$ 存在显著差异( $p < 0.05$ );其中锦鲤的 $U_{crit}$ 最高,瓦氏黄颡鱼和青鱼较为接近,锦鲤较瓦氏黄颡鱼和青鱼高25%以上,南方鲈的 $U_{crit}$ 最低,锦鲤高于南方鲈达135%。

表1 4种幼鱼的游泳能力

Tab. 1 The swimming performance of fishes used in this study

	南方鲈	青鱼	瓦氏黄颡鱼	锦鲤
重复数	8	8	8	8
体重/g	29.72 $\pm$ 1.48	8.13 $\pm$ 0.20	3.72 $\pm$ 0.20	3.20 $\pm$ 0.16
体长/cm	15.71 $\pm$ 0.24	7.93 $\pm$ 0.08	6.39 $\pm$ 0.06	4.73 $\pm$ 0.08
饱满度	0.76 $\pm$ 0.01	1.64 $\pm$ 0.04	1.42 $\pm$ 0.04	3.03 $\pm$ 0.12
$U_{crit}/(BL \cdot \text{s}^{-1})$	3.14 $\pm$ 0.11 <sup>a</sup>	5.25 $\pm$ 0.18 <sup>b</sup>	5.91 $\pm$ 0.19 <sup>c</sup>	7.38 $\pm$ 0.32 <sup>d</sup>
耐受时间/s	66.36 $\pm$ 6.43 <sup>a</sup>	8.23 $\pm$ 1.33 <sup>b</sup>	79.04 $\pm$ 8.00 <sup>a</sup>	1.07 $\pm$ 0.14 <sup>e</sup>

注:耐受时间为1.5倍 $U_{crit}$ 条件下测定时间;饱满度=体重 $\times$ 100/体长<sup>3</sup>,同一行上标字母不同的数据间差异显著( $p < 0.05$ )。

### 2.2 幼鱼在1.5倍 $U_{crit}$ 条件下的耐受时间

表1显示了在1.5倍 $U_{crit}$ 条件下对4种幼鱼的耐受时间。南方鲈和瓦氏黄颡鱼的耐受时间无显著差异,它们均显著高于青鱼( $p < 0.05$ ),而锦鲤的耐受时间最短且显著低于青鱼( $p < 0.05$ )。

### 2.3 幼鱼两种游泳能力的比较

将两种游泳能力的测定结果进行百分比处理后,其中南方鲈和瓦氏黄颡鱼的 $U_{crit}$ 百分比分别为57.96%和109.01%,而耐受时间百分比分别为171.58%和204.38%,耐受时间百分比高于 $U_{crit}$ 百分比,而青鱼和锦鲤的 $U_{crit}$ 百分比分别为96.88%和136.16%,耐受时间百分比则分别为21.27%和2.76%, $U_{crit}$ 百分比相对于耐受时间百分比更高(图1,其中小写字母上标和大写字母上标分别表示4种幼鱼临界游泳能力百分比及耐受时间百分比的差异性,图中上标字母不同的数据间差异显著( $p < 0.05$ ))。

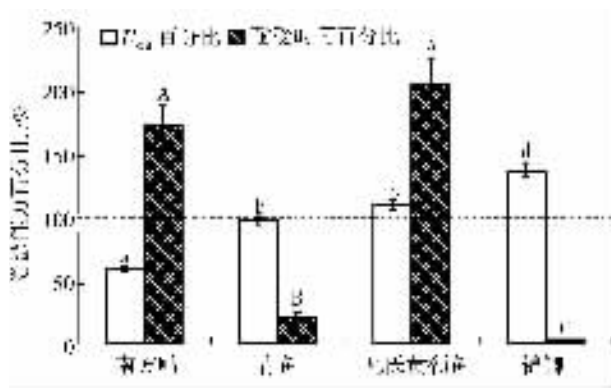


图1 4种幼鱼的  $U_{crit}$  百分比和耐受时间百分比

Fig.1 The percentage of critical swimming speed and endurance respectively of four species of juvenile fish

### 3 讨论

#### 3.1 幼鱼 $U_{crit}$ 及高速度下耐受时间的比较

通常根据鱼类对氧需求的依赖程度可将游泳运动划分为有氧运动和无氧运动两种类型<sup>[4]</sup>。有氧运动能力的评价指标主要是最大可持续游泳速度即  $U_{crit}$  而在较高固定速度下的游泳运动耐受时间则可作为无氧运动能力的评价指标<sup>[4]</sup>。以不同鱼类为对象的  $U_{crit}$  测定方案尽管有所不同,其结果仍然具可

比性且显示不同种鱼类的  $U_{crit}$  存在显著差异。表2显示,本研究南方鲈的  $U_{crit}$  在4种幼鱼中最低,与金枪鱼(*Euthynnus affinis*)和红大麻哈鱼(*Oncorhynchus nerka*)相似。通常认为较高的临界游泳能力与鱼类较大的楔形尾鳍和较宽的尾部存在正相关<sup>[5]</sup>,本研究的南方鲈幼鱼尾部长而尾鳍短小,其  $U_{crit}$  相对较低可能与此形态学特征有关。南方鲈在其生活的水体生态系统中营养等级地位最高,大多时间都处于静息隐匿状态,被捕食压力较小<sup>[2,11]</sup>,其临界游泳能力较低可能还与此种生活习性有密切关联。4种实验幼鱼中锦鲤的临界游泳能力相对最强,这可能与具有更长的尾鳍、相对更宽的尾部<sup>[12]</sup>有关。另外,本研究中南方鲈和瓦氏黄颡鱼在高速度下的耐受时间显著高于青鱼,而锦鲤在高速度下的耐受时间最短(表1)。由此可知,4种幼鱼中南方鲈和瓦氏黄颡鱼在高速度下的无氧运动能力最强,而锦鲤则最低。4种幼鱼无氧运动能力存在的差异可能与其身体肌肉组织的白肌含量有关,而运动后无氧代谢产物的(乳酸或酒精)耐受水平及其清除速率可能也对它们的无氧运动能力有重要影响<sup>[13-14]</sup>。

表2 4种幼鱼的  $U_{crit}$  与其它硬骨鱼类的比较

Tab.2 Critical swimming velocity ( $U_{crit}$ ) of fishes used in this study compared to other teleosts

物种	体重 /g	温度 /°C	持续时间 /min	$U_{crit}$ /( $BL \cdot s^{-1}$ )	文献来源	物种	体重 /g	温度 /°C	持续时间 /min	$U_{crit}$ /( $BL \cdot s^{-1}$ )	文献来源
石首鱼 <i>Argyrosomus japonicus</i>	340	22	60	1.7	文献 5 ]	牙鳕 <i>Merlangius merlangus</i>	297	10	30	2.1	文献 8 ]
金枪鱼 <i>Euthynnus affinis</i>	24	24	30	3.4 ~ 5.1	文献 6 ]	南方鲈 <i>S. meridionalis</i>	8.44	25	15	3.32	文献 4 ]
日本鲭鱼 <i>Scomber japonicus</i>	144 ~ 260	24	30	3.8 ~ 5.8	文献 6 ]	南方鲈 <i>S. meridionalis</i>	28.67	25	15	3.14	本研究
红大麻哈鱼 <i>Oncorhynchus nerka</i>	746	15	60	3	文献 7 ]	青鱼 <i>M. piceus</i>	8.92	25	15	5.25	本研究
青鳉 <i>Pollachius virens</i>	485	10	30	2.5	文献 8 ]	锦鲤 <i>C. aumtus</i>	3.26	25	15	7.38	本研究
虹鳉 <i>Oncorhynchus mykiss</i>	4 ~ 8	15	40	4.52	文献 9 ]	瓦氏黄颡鱼 <i>P. vachelli</i>	3.72	25	15	5.91	本研究
大西洋鳕鱼 <i>Gadus morhua</i>	298	15	30	1.9	文献 10 ]						

注:持续时间即实验鱼在测定  $U_{crit}$  过程中各速度梯度下的设定时间

#### 3.2 幼鱼临界游泳能力与高速运动下耐受能力之间的关联

鱼类种类繁多,生活史复杂,为实现不同生理活

动所采用的运动方式也不尽相同<sup>[2]</sup>。 $U_{crit}$  主要反映鱼类的有氧运动能力,而耐受时间则主要反映鱼类的无氧运动能力<sup>[4]</sup>。有关鱼类不同方式的游泳运动

能力的资料已有报道,其中大西洋鳕鱼(*Gadus morhua*)的 $U_{crit}$ 与 $U_{burst}$ 之间呈负相关<sup>[3]</sup>。据此提出鱼类不同游泳运动能力之间存在权衡(Trade-off)的假说:一种运动能力的提高必然会导致另一种运动能力的降低<sup>[3]</sup>。随后有关褐鳟(*Salmo trutta*)的研究也显示最大游泳速度与耐受时间之间也呈负相关<sup>[13]</sup>。上述资料均以冷水性鱼类为研究对象。本研究中,南方鲈和瓦氏黄颡鱼幼鱼的耐受时间远高于4种幼鱼的平均值(100%,图1虚线所示), $U_{crit}$ 百分比则相对较低;而锦鲤和青鱼刚好与之相反。这表明4种幼鱼的临界游泳能力与高速运动下的耐受能力之间均存在着一种运动能力的提高会导致另一种运动能力降低的现象。本研究以4种暖水性鱼类的相关结果支持了上述权衡假说。这种权衡通常是由不同生存环境中的鱼类所形成生存对策的种间差异所致<sup>[3]</sup>。

通过对实验结果的分析不难发现,在长距离有氧运动的临界游泳能力与高速运动的耐受能力的权衡中,南方鲈和瓦氏黄颡鱼更擅长于短时间的高速运动,而青鱼和锦鲤则更擅长于长时间的有氧运动。尽管南方鲈与瓦氏黄颡鱼的耐受时间相近,均超过4种幼鱼的平均值,较 $U_{crit}$ 更高,但瓦氏黄颡鱼的 $U_{crit}$ 明显高于南方鲈,超过4种幼鱼的平均值(图1)。南方鲈是一种凶猛的肉食性鱼类,伏击取食,在其生活的水体生态系统中处于最高的营养等级,被捕食压力小<sup>[2,11]</sup>,高速运动耐受能力对其伏击取食活动有着更重要的生态学意义;瓦氏黄颡鱼幼鱼处于相对较低的营养等级,在自然条件下随时可能面临被捕食的危险<sup>[15]</sup>,具有较强的高速运动耐受能力则可能提高其存活率。通常维持高的运动能力对于较活跃鱼类显得更为重要<sup>[16]</sup>。瓦氏黄颡鱼是肉食性为主的杂食性鱼类,多在静水或江河缓流中活动,营底栖生活<sup>[17]</sup>较南方鲈活跃,更高的临界游泳能力对于瓦氏黄颡鱼维持日常游泳活动、寻觅食物也显得尤为重要。另外,青鱼和锦鲤虽然均侧重于临界游泳能力,但青鱼的 $U_{crit}$ 接近4种幼鱼的平均值,显著低于锦鲤,且耐受时间显著高于锦鲤( $p < 0.05$ ,图1)。青鱼幼鱼主要以浮游动物和小螺为食,食物分布广,相对易获取<sup>[18]</sup>,因此在其整个生活史过程中,较强的有氧运动能力有利于觅食和迁移,但其食物的活动性小,青鱼不需要更高的有氧运动能力来捕获食物;而锦鲤是一种杂食性鱼类,代谢活

跃<sup>[19]</sup>,具有比其他鱼类都高的临界游泳能力( $U_{crit}$ 值达 $(7.38 \pm 0.32) BL \cdot s^{-1}$ )更有利于其频繁觅食。已有研究表明,锦鲤的无氧代谢产物主要是酒精而不是乳酸,这是与其高的无氧代谢能力相适应的<sup>[20]</sup>。但锦鲤在高速度下的耐受能力更弱,这可能是由于锦鲤在高的 $U_{crit}$ 下已大量启动无氧代谢,从而接近肌肉耐受上限,使其在1.5倍 $U_{crit}$ 条件下不能再长时间维持游泳状态。鱼类的游泳能力会受自身条件的限制以及生态适应性的影响,其生活习性不同,游泳运动能力也存在明显差异<sup>[3,16]</sup>。本研究中4种实验鱼存在的这种差异可能与其生活习性有着某种关联。

#### 参考文献:

- [1] 付世建,曹振东,彭姜岚.不同时间间隔重复力竭运动对南方鲈幼鱼耗氧率的影响[J].重庆师范大学学报(自然科学版)2009,26(1):13-16.
- [2] 付世建,曹振东,谢小军.鱼类的摄食代谢和运动代谢研究进展[J].动物学杂志2008,43(2):150-159.
- [3] Reidy S P, Kerr S R, Nelson J A. Aerobic and anaerobic swimming performance of individual Atlantic cod[J]. J Exp Biol 2000, 203: 347-357.
- [4] Zeng L Q, Cao Z D, Fu S J, et al. Effect of temperature on swimming performance in juvenile southern catfish (*Silurus meridionalis* Chen) [J]. Comp Biochem Physiol, 2009, 153(2):125-130.
- [5] Fitzgibbon Q P, Strawbridge A, Seymour R S. Metabolic scope, swimming performance and the effects of hypoxia in the mulloway, *Argyrosomus japonicus* (Pisces: Sciaenidae) [J]. Aquaculture 2007, 270: 358-368.
- [6] Sepulveda C, Dickson K A. Maximum sustainable speeds and cost of swimming in juvenile kawakawa tuna (*Euthynnus affinis*) and chub mackerel (*Scomber japonicus*) [J]. J Exp Biol 2000, 203: 3089-3101.
- [7] Brett J R. The relation of size to rate of oxygen consumption and sustained swimming speed of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) [J]. J Fish Res Board Can, 1965, 22: 1491-1501.
- [8] Steinhausen M F, Steffensen J F, Andersen N A. Tail beat frequency as a predictor of swimming speed and oxygen consumption of daithe (*Pollachius virens*) and whiting (*Merlangius merlangus*) during forced swimming [J]. Mar Biol. 2005, 148: 157-204.
- [9] Alsop D H, Wood C M. The interactive effects of feeding and exercise on oxygen consumption, swimming perfor-

- mance and protein usage in juvenile Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* [ J ]. J Exp Biol ,1997 200 2337-2346.
- [ 10 ] Schurmann H ,Steffensen J F. Effects of temperature ,hypoxia and activity on metabolism of juvenile Atlantic cod [ J ]. J Fish Biol. 1997 50 :1166-1180.
- [ 11 ] 李萍 ,张耀光. 南方鲈 [ J ]. 生物学通报 ,2005 40( 9 ) : 12-13.
- [ 12 ] 丁瑞华. 四川鱼类志 [ M ]. 成都 :四川科学技术出版社 , 1994.
- [ 13 ] Ojanguren A F ,Braná F. Effects of size and morphology on swimming performance in juvenile brown trout ( *Salmo trutta* L. [ J ]. Ecology of freshwater Fish 2003 12 241-246.
- [ 14 ] 李黎 ,曹振东 ,付世建. 力竭性运动后鲈鱼幼鱼乳酸、糖原和葡萄糖水平的变动 [ J ]. 水生生物学报 ,2007 31 ( 6 ) 880-885.
- [ 15 ] 陈锦云 ,曹振东 ,谢小军. 温度对瓦氏黄颡鱼幼鱼静止代谢的影响 [ J ]. 西南师范大学学报( 自然科学版 ) , 2003 28( 4 ) 618-621.
- [ 16 ] Fu S J ,Zeng L Q ,Li X M ,et al. Effect of meal size on excess post-exercise oxygen consumption in fishes with different locomotive and digestive performance [ J ]. J Comp Physiol B ,2009 179( 4 ) 509-517.
- [ 17 ] 杨彩根 ,宋学宏 ,王志林 ,等. 澄湖黄颡鱼生物学特性及其资源增殖保护技术初探 [ J ]. 水利渔业 ,2003 23( 5 ) : 27-28.
- [ 18 ] Shoubridge E A ,Hochachka P W. Ethanol : novel end product of vertebrate anaerobic metabolism [ J ]. Science ,1980 , 209 ( 4453 ) 308-309.
- [ 19 ] 郝生凡 ,兰丽莉 ,李国锋. 青鱼生物学特点及养殖技术 [ J ]. 黑龙江水产 2007 ( 1 ) :11 22.
- [ 20 ] Fu S J ,Zeng L Q ,Li X M ,et al. The behavioural ,digestive and metabolic characteristics of fishes with different foraging strategies [ J ]. J Exp Biol 2009 212 1-7.

## Animal Sciences

### The Comparison of Critical Swimming Speed and Endurance at High Speed of Four Species of Juvenile Fish

XIAN Xue-mei , CAO Zhen-dong , FU Shi-jian

( Laboratory of Evolutionary Physiology and Behavior , Chongqing Key Laboratory of Animal Biology , College of Life Sciences , Chongqing Normal University , Chongqing 400047 , China )

**Abstract :** The critical swimming speed (  $U_{crit}$  ,  $n = 8$  ) and endurance time (  $n = 8$  ) at  $1.5 U_{crit}$  were measured respectively in juvenile southern catfish ( *Silurus meridionalis* ) , black carp ( *Mylopharyngodon piceus* ) , darkbarbel catfish ( *Pseudobagrus vachelli* ) and crucian carp ( *Carassius aumtus* ) at 25 °C. Comparing with two kinds of swimming performance it was discovered that critical swimming speed of four species of juvenile fish showed significant differences (  $p < 0.05$  ) , in which southern catfish had the slowest critical swimming speed and crucian carp had the highest , critical swimming speed of darkbarbel catfish and black carp were intervenient. Endurance time of southern catfish and darkbarbel catfish showed no significant differences , but were higher than black carp and crucian carp significantly , whereas endurance time of crucian carp was shortest and lower than other three species significantly (  $p < 0.05$  ). These results above-mentioned suggest that endurance swimming performance of southern catfish and darkbarbel catfish at high speed are stronger , but critical swimming performance are relative lower ; Crucian carp and black carp are just reversed ; although four species of juvenile fishes are good at different kinds of swimming ability respectively , a trade-off between two kinds of swimming performance exists in all fishes used in this study ; The trade-off maybe related to characteristic ecological habits of fishes.

**Key words :** critical swimming speed ; endurance ; ecological habits ; *Silurus meridionalis* ; *Pseudobagrus vachelli* ; *Mylopharyngodon piceus* ; *Carassius aumtus*