

苯唑卡因对美洲鲈运输应激的缓解作用研究

杜浩^{1,2,3}, 危起伟^{1,2,3}, 甘芳^{1,2}, 刘鉴毅^{1,2}, 杨德国^{1,2}, 陈细华^{1,2}, 张燕^{1,2}

(1. 农业部淡水鱼类种质资源与生物技术重点开放实验室, 中国水产科学研究院 长江水产研究所, 湖北 荆州 434000; 2. 中国水产科学研究院 淡水渔业研究中心, 江苏 无锡 214081; 3. 华中农业大学 水产学院, 湖北 武汉 430070)

摘要:以苯唑卡因为麻醉剂,研究了人工养殖1⁺龄美洲鲈(*Alosa sapidissima*)幼鱼在有无麻醉剂作用下长途运输2 h后血清皮质醇和生化指标的变化,探索美洲鲈运输后高死亡率的原因以及麻醉剂对运输应激的缓解作用。实验对运输前、运输2 h、加20 mg/L苯唑卡因麻醉运输2 h后的美洲鲈血清中的皮质醇激素以及血液生化指标进行了比较。结果表明,运输应激对美洲鲈皮质醇和血液生理生化指标产生了显著的影响。运输2 h后美洲鲈血清皮质醇激素含量非麻醉运输组[(41.97 ± 17.92) ng/mL, n = 9]和麻醉运输组[(15.62 ± 1.80) ng/mL, n = 9]比运输前[(2.05 ± 1.48) ng/mL, n = 10]分别显著上升20倍和4倍左右($P < 0.05$),麻醉运输组皮质醇激素显著低于非麻醉运输组($P < 0.05$)。不加麻醉剂2 h运输应激后血清TP、AP、AKP、CHE、ALT、K⁺、Ca²⁺、GLU显著高于运输前水平($P < 0.05$),白蛋白与球蛋白之比AP/GP显著低于运输前水平($P < 0.05$),而麻醉运输组的上述指标与运输前没有显著差异。非麻醉运输组和麻醉组,运输后血清LDH、AST都呈不显著增加($P > 0.05$)。实验结果显示,美洲鲈在运输应激后,心脏和肝脏等组织受到一定程度的损伤,可能是导致美洲鲈运输后较高死亡率的原因。麻醉剂苯唑卡因应用于长途运输有助于维持鱼体生化指标的稳定性,对鱼体运输应激反应有很好的缓解作用。[中国水产科学, 2006, 13(5): 787-793]

关键词:美洲鲈; 皮质醇; 生化指标; 运输应激; 苯唑卡因; 缓解作用

中图分类号: Q959.466 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-8737-(2006)05-0787-07

美洲鲈(*Alosa sapidissima*)隶属于鲱形总目(Clupeomorpha), 鲱形目(Clupeiformes), 鲱科(Clupeidae), 西鲱属(*Alosa*)。它同中国鲈鱼(*Tenualosa reevesii*)和印度云鲈(*Tenualosa ilisha*)等鲈鱼类曾作为重要的洄游性经济鱼类在世界渔业中发挥着重要的作用,但是目前其资源急剧衰退^[1]。中国从2000年开始引进美洲鲈鱼受精卵进行孵化驯养试验,一直没能成功。2003年7月,中国水产科学研究院长江水产研究所和鲈鱼繁育技术工程中心首次取得一定规模驯养的成功。但是伴随着美洲鲈的生长发育,从仔鱼、幼鱼以及以后生活史各阶段,都表现出对闪光、噪音、人工操作、运输等明显的应激反应。同中国鲈鱼一样,美洲鲈显示了鲱科鱼类苗种长途运输难的问题^[2],常常导致100%死亡。这已经成为美洲鲈规模化养殖和产业化技术瓶颈。因此,了解运输应激对美洲鲈生理指标的影响对了解美洲鲈运输死亡机理,解决美洲鲈的运输难题有重要意义。随应激强度血浆或血清

中的皮质醇激素含量呈现规律性变化,从而被广泛用来作为衡量应激水平的重要指标^[3]。血液理化指标也能很好地反映机体生理状态,并用于鱼体病理的诊断^[4,5]。在国外美洲鲈主要以自然资源增殖保护为主,Leonard等^[6]曾研究了美洲鲈洄游过程中一些血液指标的变化。

为缓解鱼类运输中的应激,MS-222、丁香油、苯唑卡因等麻醉剂被应用于鱼的长途运输,并起了很好的作用^[7-9]。本实验研究了运输应激对美洲鲈的血液指标和皮质醇激素的影响,对美洲鲈难以运输的机理进行探讨,同时以苯唑卡因为麻醉剂,探讨麻醉剂在缓解运输应激方面的作用,为实现美洲鲈的长途运输提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 实验鱼

实验用鱼为长江水产研究所2003年7月首次

收稿日期: 2005-08-06; 修订日期: 2005-11-28.

基金项目: 农业部“948”引进国际先进农业科学技术项目(993121); 三峡总公司长江上游珍稀、特有鱼类及保护措施补偿科研项目(0714085).

作者简介: 杜浩(1981-),男,硕士,主要从事鱼类生态学研究. E-mail: duhao@yfi.ac.cn

通讯作者: 危起伟. E-mail: weiqiwei@yfi.ac.cn

规模化驯养成功的美洲鲈幼鱼。实验时选择体长 (24.4 ± 1.8) cm、体质量 (246.5 ± 27) g的1⁺龄健康无病害的鱼,共28尾。

1.2 麻醉剂

苯唑卡因(Benzocaine),纯度 $\geq 99.0\%$,使用时加少量酒精溶解后再溶于水。

1.3 实验设计

实验鱼在实验前24 h停止喂食。对照组:用自制塑料袋网从美洲鲈养殖池中捞取10尾鱼放入200 mg/L苯唑卡因水溶液中,实验鱼在30 s内深度麻醉(以便不影响血清皮质醇含量的测定^[10]),采集血样用于基础血液指标测定。非麻醉运输组:用自制塑料袋网捞取美洲鲈3尾放入盛水15 L的塑料袋中,充入纯氧、打包,用皮卡车运输2 h,运输3包,共9尾鱼。运输后立即将鱼放入200 mg/L苯唑卡因中快速深度麻醉后采集血样。麻醉运输组:用自制塑料袋网捞取美洲鲈3尾转入盛15 L浓度为20 mg/L苯唑卡因水溶液的塑料袋中(经实验,20 mg/L苯唑卡因效果最好,未发表资料),充入纯氧、打包。用皮卡车运输2 h。运输后立即将鱼放入200 mg/L苯唑卡因中快速深度麻醉后采集血样,运输3包,共9尾鱼。运输过程中皮卡车平均速度为60~70 km/h。

1.4 测定方法

1.4.1 血液样品的制备 用5 mL注射器8号针从尾静脉采集实验鱼的血液,全血不加抗凝剂于4℃下放置2 h,待血液明显分层后以2 000 r/min离心30 min,收集每尾鱼血清,放于-18℃低温冰箱中暂存,用于血液生化指标和血清皮质醇含量的测定。每尾鱼血样都进行单独测定。

1.4.2 血清皮质醇含量测定 采用放射免疫分析法^[11],在国营二六二厂生产XH-6020型 γ 放射免疫计数仪中检测。试剂盒是由美国DIASORIN公司生产的¹²⁵I放射免疫试剂盒。

1.4.3 血液生化指标的测定 所有生化指标都在奥林帕斯(OLYMPUS)Au600全自动生化分析仪上完成^[12]。血液生化指标测定方法见鹿启华等^[4],血清皮质醇含量指标测定在4 h内完成,血液生化指标测定在24 h内完成。

1.5 数据分析

实验数据由SPSS11.5程序包进行生物学统计,采用单因素方差分析Duncan氏多重比较法对运输前、非麻醉运输组及麻醉运输组获得的各项数

据指标进行显著性比较($P < 0.05$)。

2 结果与分析

2.1 美洲鲈运输后血清皮质醇含量的变化

麻醉运输组和非麻醉运输组在2 h运输后都没有鱼死亡。在运输的过程中,非麻醉运输组鱼在氧气袋中水波的动荡下表现出烦躁不安,激烈游动,用头不停的冲撞袋壁,试图逃离这种环境。而麻醉运输组鱼在氧气袋水波的动荡下没有明显的激烈运动,或静卧袋底或轻轻游动,对水波的刺激较不敏感。经2 h运输后,非麻醉运输组和非麻醉运输组鱼的血清皮质醇含量都明显高于运输前的水平($P < 0.05$)。非麻醉运输组鱼在2 h的运输应激刺激下,血清皮质醇含量由初始的 (2.05 ± 1.48) ng/mL迅速上升到 (41.97 ± 17.92) ng/mL,平均值为运输前的20倍左右(图1)。麻醉运输组鱼运输后血清皮质醇含量上升到 (15.62 ± 1.80) ng/mL,平均值为运输前的4倍左右。2 h运输后麻醉运输组鱼的血清皮质醇含量显著低于非麻醉运输组($P < 0.05$),表明,加入麻醉剂苯唑卡因后,鱼血清中皮质醇含量的增高明显减缓。

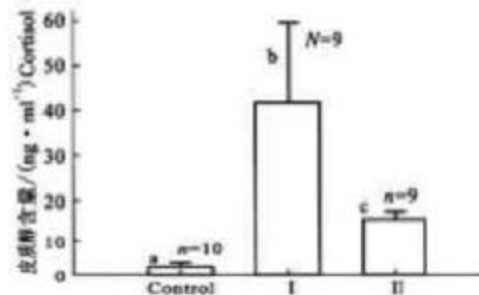


图1 美洲鲈2 h运输后血清皮质醇含量($\bar{X} \pm SD$)

注:Control—对照组(运输前);I—非麻醉运输组;

II—20 mg/L苯唑卡因麻醉运输组;图中未标有相同字母的柱之间存在显著性差异($P < 0.05$);n为测试样本数。

Fig.1 Serum cortisol concentrations in *A. sapidissima* after 2 h transportation ($\bar{X} \pm SD$)

Note: Control—nonstressed fish before transportation ($n = 10$);

I—fish after 2 h transport with no anesthetic ($n = 9$); II—fish after 2 h transportation with 20 mg/L benzocaine ($n = 9$);

Columns without same small letters were significantly different from each other ($P < 0.05$); n = number of the samples.

2.2 美洲鲈运输后血清蛋白和酶活性的变化

对2 h运输应激后美洲鲈血清蛋白和酶活性测定表明,麻醉运输组鱼血清蛋白含量和酶活性与对

照组(运输前)相比较,两者的许多项差异不显著。而非麻醉运输组鱼血清蛋白含量和酶活性与对照组

(运输前)及麻醉运输组之间的许多项存在显著差异(图2)。

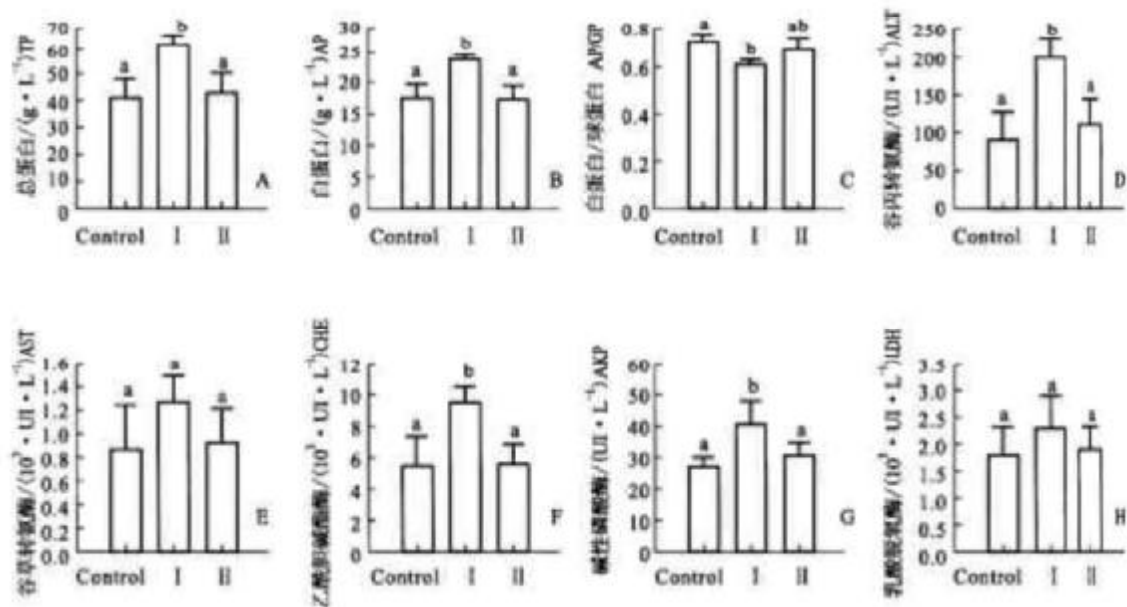


图2 美洲鲈2 h运输后血清蛋白和酶活性($\bar{X} \pm SD$)变化

注:Control-对照组(运输前);I-非麻醉运输组;II-20 mg/L苯唑卡因麻醉运输组;图中未标有相同字母的柱之间存在显著性差异($P < 0.05$)。

Fig.2 Serum protein and enzyme activity in *Alosa sapidissima* after 2 h transportation($\bar{X} \pm SD$)

Note:Control-nonstressed fish before transportation($n = 10$);I-fish after 2 h transport with no anaesthetic($n = 9$);II-fish after 2 h transportation with 20 mg/L benzocaine($n = 9$);Columns without same small letters were significantly different from each other($P < 0.05$).

非麻醉运输组美洲鲈血清中的总蛋白(TP)、白蛋白(AP)、碱性磷酸酶(AKP)、乙酰胆碱酯酶(CHE)以及谷丙转氨酶(ALT)含量显著高于对照组(运输前)和麻醉运输组($P < 0.05$),见图2-A、B、G、F、D。非麻醉运输组鱼的白蛋白和球蛋白比(AP/GP)值显著低于对照组和麻醉运输组($P < 0.05$),见图2-C。麻醉运输组鱼的上述指标与对照组没有显著差异。非麻醉运输组鱼血清中的谷草转氨酶(AST)和乳酸脱氢酶(LDH)含量均高于对照组和麻醉运输组(图2-E、H),但三者之间不存在显著差异。

2.3 美洲鲈运输后血清电解质含量的变化

对2 h运输后美洲鲈血清电解质的测定表明:非麻醉运输组美洲鲈血清 Na^+ 含量比对照组略高,但两组之间没有显著差异,而麻醉运输组鱼血清

Na^+ 含量显著低于前两组($P < 0.05$),见图3-A。非麻醉运输组美洲鲈血清中 K^+ 、 Ca^{2+} 含量比对照组明显增加($P < 0.05$),见图3-B、C,而麻醉运输组与对照组之间差异不显著。对照组、非麻醉运输组与麻醉运输组之间美洲鲈血清 Cl^- 含量均存在显著差异($P < 0.05$),见图3-D。运输后美洲鲈血清 Cl^- 含量明显下降(图3)。

2.4 美洲鲈运输后血清其他几种物质含量的比较

非麻醉运输组和麻醉运输组美洲鲈血糖(GLU)含量较对照组有显著增加($P < 0.05$),见图4-A。非麻醉运输组鱼血清中的总胆固醇(TC)和甘油三酯(TG)比对照组呈不显著的增加,麻醉运输组鱼血清中的TC和TG含量比对照组呈不显著的降低(图4-B、C)。麻醉运输组鱼血清中的TC和TG含量显著低于非麻醉运输组($P < 0.05$)。

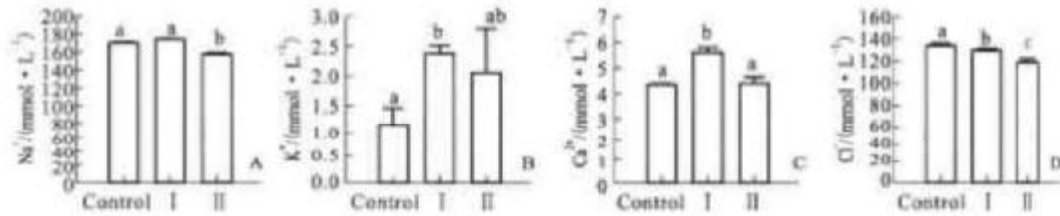


图3 美洲鲈2 h运输应激后的血清电解质($\bar{X} \pm SD$)

注:Control-对照组(运输前);I-非麻醉运输组;II-20 mg/L 苯唑卡因麻醉运输组;图中未标有相同字母的柱之间存在显著性差异($P < 0.05$)。

Fig.3 Serum electrolyte content in *Alosa sapidissima* after 2 h transportation($\bar{X} \pm SD$)

Note:Control-nonstressed fish before transportation($n = 10$);I-fish after 2 h transport with no anaesthetic($n = 9$);II-fish after 2 h transportation with 20 mg/L benzocaine($n = 9$);Columns without same small letters were significantly different from each other($P < 0.05$).

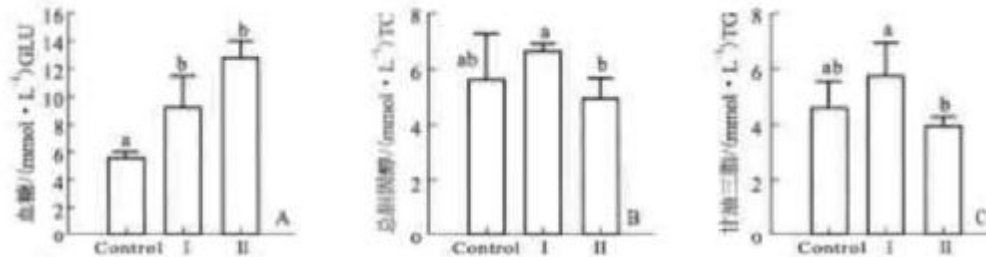


图4 美洲鲈2 h运输应激后血清中的血糖、总胆固醇、甘油三酯含量($\bar{X} \pm SD$)

注:Control-对照组(运输前);I-非麻醉运输组;II-20 mg/L 苯唑卡因麻醉运输组;图中未标有相同小写字母的柱之间存在显著性差异($P < 0.05$)。

Fig.4 Serum glucose(GLU),total cholesterol(TC) and total glyceride(TG) in *Alosa sapidissima* after 2 h transportation($\bar{X} \pm SD$)

Note:Control-nonstressed fish before transportation($n = 10$);I-fish after 2 h transport with no anaesthetic($n = 9$);II-fish after 2 h transportation with 20 mg/L benzocaine($n = 9$);Columns without same small letters were significantly different from each other($P < 0.05$).

3 讨论

3.1 运输应激对美洲鲈生理机能的影响

当鱼类受到刺激因子的作用后,其下丘脑-垂体-肾间组织轴(HPI)会迅速作用促进肾上腺皮质激素(ACTH)的释放,从而导致头肾细胞皮质激素的合成与释放^[13]。而皮质激素并不被储存起来而是释放到血液循环系统中,因此血液中皮质激素浓度可以作为衡量鱼类应激强度的指标。实验表明,美洲鲈的基础皮质激素水平要比美洲鲈[*Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard)] [雌(15.8 ± 3.12) ng/mL,雄(29.6 ± 5.45) ng/mL^[11]],大鳞大马哈鱼[*Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum)] [(38.27 ± 12.57) ng/mL^[7]]低很多。而非麻醉运输组美洲鲈

2 h运输应激后血清皮质激素浓度迅速升高到原来的20倍。美洲鲈初始较低的皮质激素水平与运输后皮质激素的快速增高可能导致了美洲鲈不可逆转的生理变化,从而导致美洲鲈长途运输难以实现。养殖生产中长途运输后,美洲鲈常常出现自身溶血现象,这与鱼类应激性出血病有何联系尚需研究^[14]。

由于血液生化指标的变化是以机体组织细胞机能改变和新陈代谢变化为基础的,运输应激可导致动物的血液生化指标发生改变。故血液生化指标是反映动物运输应激时体内物质代谢和某些组织器官机能状态变化的一个重要特征^[15]。

实验表明,2 h的运输应激刺激后,血液的总蛋白、白蛋白的含量明显增加。应激后鱼体血清蛋白含量的

增高是肝糖原合成的结果。血浆胶体渗透压主要是来自白蛋白,而白蛋白和球蛋白之比 AP/GP 的下降意味着美洲鲈运输后血浆胶体渗透压也将明显下降。

酶是动物进行新陈代谢的催化剂,对动物体内的物质代谢起重要作用,血清酶绝大部分来自动物的各种组织器官中,其活性高低与相应组织器官的代谢水平和功能状态有关,机体的调节和适应能力在很大程度上取决于各组织器官的机能水平^[15]。实验鱼 2 h 运输应激后血清中的碱性磷酸酶 AKP、谷丙转氨酶 ALT、谷草转氨酶 AST、乙酰胆碱酯酶 CHE、乳酸脱氢酶 LDH 酶含量都有不同程度的升高,表明在运输应激状态下,动物的代谢系统受到了干扰,造成血清中酶的活性和含量发生变化。ALT 主要存在于肝脏组织,是肝脏损伤的重要指示酶,运输后美洲鲈血清 ALT 和 AST 的升高表明肝代谢极度活跃。运输后 ALT 显著增高表明运输应激对美洲鲈肝脏造成了一定的损伤^[16]。损伤的原因可能是皮质醇作用的结果。在鱼类,皮质醇是调节代谢系统的重要激素,有研究表明,皮质醇激素参与肝脏代谢的调节^[10]。谷草转氨酶 AST 含量最多的组织是心肌,运输应激使谷草转氨酶显著升高,可能是由于运输刺激中心肌收缩力加强,血液循环加速,心肌细胞代谢加强,使其更新或受损加快所致。CHE 含量的变化同样预示心肌受损,从而影响对 O₂ 的吸收和 CO₂ 的排放,造成机体缺氧^[16],这可能是导致美洲鲈运输容易死亡的原因之一。LDH 是糖代谢中催化丙酮酸向酵解方向的终产物乳酸转化的酶。美洲鲈运输应激时 LDH 的升高可能是糖代谢途径由产生大量能量的有氧氧化向无氧酵解方向转移。运输应激时,首先要保证中枢神经系统、心脏等重要器官的供氧,其他组织极可能在缺氧情况下采取无氧酵解方式供能。

在正常情况,K⁺在体内的分布是 95% 以上存在于细胞内液中,当运输应激反应时,血清中 K⁺浓度的增高,主要是细胞内 K⁺大量释出之故。肌细胞变性或坏死可以引起高血 K 症,会引起轻度的肌肉震颤^[16],表明了运输应激对肌细胞造成了一定的损伤。这在美洲鲈运输后也出现了有些鱼肌肉震颤的现象,两者是否有明显的关系,尚待研究。血清中 Ca²⁺的增加很可能是肌糖原在无氧条件下分解成大量乳酸进入血液中,使血清的 pH 值下降,已与血浆蛋白或其他成分结合的钙能游离出来,使血清中 Ca²⁺浓度

升高,这也是运输应激中美洲鲈供能方式改变的结果。美洲鲈向着无氧酵解功能方式转移。运输后血清中 Cl⁻也明显降低,与大西洋鲈(*Salmo salar* L.)运输后的血浆中 Cl⁻含量显示了同样的变化^[8]。

葡萄糖是许多组织的必需燃料,因而恒定的血糖浓度对维持鱼类正常生命活动有重要的作用。运输后血糖都有明显的增高,这与大西洋鲈运输后的血糖变化相同^[10,17]。这可能与运输刺激后皮质醇和皮质素等增高有关。皮质类固醇可使机体各组织对葡萄糖的利用率降低,同时使肝脏的糖原异生作用增强,结果使血糖升高。儿茶酚胺作用也会导致血糖的增高,因为儿茶酚胺是影响肝糖原合成的主要因素,而对硬骨鱼的研究表明在应激情况下会导致儿茶酚胺的增高^[13]。由于麻醉鱼在运输处于侧卧或安静游动状态,机体消耗能量下降,对血糖利用降低,同样造成了血糖的升高。

综上所述,美洲鲈在运输应激的过程中,皮质醇激素含量迅速升高,从而引起对机体新陈代谢和生理机能的改变。机体的一部分供能方式由有氧氧化途径向无氧酵解方向转移,运输应激的刺激可能导致了美洲鲈心脏、肝脏等组织的损伤,造成了机体不可以逆转的生理变化,从而加速了鱼体死亡,使得美洲鲈的长途运输难以实现。

3.2 麻醉剂苯唑卡因对运输应激的缓解作用

在麻醉运输组,美洲鲈皮质醇浓度比非麻醉运输组显著降低,表明适量的麻醉剂可以使鱼体对应激的反应强度降低,从而降低应激反应水平。对大西洋鲈的研究同样表明,运输 2 h 后麻醉运输组的血浆中皮质醇浓度要比非麻醉运输组低^[10],并且在麻醉运输组中鱼皮质醇激素水平恢复要比非麻醉运输组快。运输应激后鱼体血液生化指标的变化同样显示,在麻醉运输组,鱼很多项血液生化指标和对照组没有显著的差异,而在非麻醉运输组,鱼的许多项血液生化指标和对照组相比存在显著的差异。所以麻醉剂在一定程度上缓解了鱼体对运输应激刺激的反应,较好地维护了鱼体血液生化指标的稳定性,这对于维持鱼体生理代谢平衡有重要意义。在国外渔业养殖生产中,麻醉剂已经成功运用于很多鱼类品种的运输。苯唑卡因是牙医中常用的一种局部麻醉剂,对人体没有致毒作用,已在渔业生产中广泛运用。MS-222 和丁香油等其他麻醉在缓解因捕捞、运输、人工操作等所导致的应激反应方面显示了同样的优点^[7]。利用麻醉剂来实现美洲鲈的长途运输将是一种很好的途径,作者

在实践中已成功地利用麻醉剂苯唑卡因实现了美洲鲈长达 250 km 的运输。

参考文献:

- [1] 杜 皓,危超伟.美洲鲈的生物学特征及资源状况[J].淡水渔业,2004,34(1):62-64.
- [2] 王汉平,陈大庆,钟鸣远,等.鲈鱼幼鱼的采苗、暂养与运输[J].淡水渔业,1992,4:17-19.
- [3] 洪 磊,张秀梅.环境胁迫对鱼类生理机能的影响[J].海洋科学进展,2004,(1):114-121.
- [4] 唐启华,黄文芳,谢 风.丰产细菌性败血症的血膜病理变化[J].应用与环境生物学报,2004,10(3):315-317.
- [5] Barcellos L J G, Kreutz L C, Rodrigues L B, et al. Haematological and biochemical characteristics of male jundiá (*Rhamdia quelen* Quoy & Gaimard *Pimelodidae*): changes after acute stress[J]. *Aqu Res*, 2003, 34(15): 1465-1469.
- [6] Leonard J B K, McCormick S D. Changes in haematology during upstream migration to American shad[J]. *J Fish Biol*, 1999, 54(6): 1218-1230.
- [7] Cho G K, Heath D D. Comparison of tricaine methanesulphonate (MS222) and clove oil anaesthesia effects on the physiology of juvenile chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum)[J]. *Aqu Res*, 2000, 31(6): 537-546.
- [8] Iversen M, Finstad B, McKinley R S, et al. The efficacy of metomidate, clove oil, Aqua-S™ and Beraoole® as anaesthetics in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts, and their potential stress-reducing capacity[J]. *Aquaculture*, 2003, 221: 549-566.
- [9] Wagner G N, Singer T D, Scott McKinley R. The ability of clove oil and MS-222 to minimize handling stress in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum)[J]. *Aqu Res*, 2003, 34(13): 1139-1146.
- [10] Sandødden R, Finstad B, Iversen M. Transport stress in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): anaesthesia and recovery[J]. *Aqu Res*, 2001, 32(2): 87-90.
- [11] Barcellos L J G, Woehl V M, Wassermann G F, et al. Plasma levels of cortisol and glucose in response to capture and tank transfer in *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard), a south American catfish[J]. *Aqu Res*, 2001, 32(2): 121-123.
- [12] 钱云霞,陈惠群,孙江飞.饥饿对养殖鲈鱼血液生理生化指标的影响[J].中国水产科学,2002,9(2):133-137.
- [13] Wendelaar Bonga S E. The stress response in fish[J]. *Physiol Rev*, 1997, 77: 591-625.
- [14] 汪开毓,耿 毅.鱼类应激性出血症的病理学研究[J].淡水渔业,2000,30(11):28-31.
- [15] 董淑丽,王占彬,雷雪芹,等.热应激对动物血液生化指标的影响[J].家畜生态,2004,25(2):54-56.
- [16] 周 玉,敦文场,杨振国,等.欧洲鳊“狂游病”血液生化指标研究[J].水生生物学报,2002,26(3):314-316.
- [17] Barcellos L J G, Nicolaiswsky S, Souza S M G, et al. Plasma levels of cortisol in the response to acute stress in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), previously exposed to chronic stress[J]. *Aqu Res*, 1999, (30): 437-444.

欢迎订阅 2007 年度《南方水产》

《南方水产》是由中国水产科学研究院南海水产研究所主办,国内外公开发行的综合类水产科技期刊。主要报道渔业资源、捕捞技术、渔业设施、渔业环境保护、水产养殖与增殖、渔业生物病害、水产品加工与综合利用以及水产基础研究等方面的论文、研究简报、综述等。

《南方水产》立足南方,面向全国,突出学术性、地域性、实用性、可读性,重点报道我国南方地区渔业科研、生产的新技术、新成果及新动向。

《南方水产》为双月刊,80页,大16K,逢双月5日出版。邮发代号46-65,每期定价8元,全年6期48元(含邮费)。读者可到当地邮局订阅,也可将款汇至《南方水产》编辑部订阅或补订。

编辑部地址:广州市新港西路231号

邮 编:510300

电 话:020-84458694

传 真:020-84451442

网 址: <http://nfsc.tfi168.cn>

E-mail: nfsc@vip.163.com

Transport stress catabatic effect of anesthetic benzocaine on American shad *Alosa sapidissima*

DU Hao^{1,2,3}, WEI Qi-wei^{1,2,3}, GAN Fang^{1,2}, LIU Jian-yi^{1,2}, YANG De-guo^{1,2}, CHEN Xi-hua^{1,2}, ZHANG Yan^{1,2}

(1. Key Laboratory of Freshwater Fish Germplasm Resources and Biotechnology, Ministry of Agriculture, Yangtze River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Science, Jingzhou, 434000, China; 2. Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fisheries Science, Wuxi 214081, China. 3. Fisheries college, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: American shad, *Alosa sapidissima*, is an anadromous fish. Its fertilized eggs were introduced from U. S. A. into China from 2000 and a certain large scale of larvae and fingerlings were first obtained in 2003. While the fish were highly stressful to flash light, noise, handling and transportation. Long-distance transportation of American shad fingerlings could hardly realized for the subsequent high mortality of the fish, which had become the bottlenecks in scale-cultivation and industrialization of American shad. It is necessary to know how the transport stress affect on the fish and accordingly, anesthetics were thought to deal with the problem. So the changes of hormonal(cortisol) and blood biochemical parameters in 1⁺ year old American shad were investigated with unstressed fish before transportation(Control-fish), fish after 2 h transportation without anesthetics(I-fish) and fish after 2 h transportation with 20 mg/L anesthetic benzocaine(II-fish). The results showed that the serum cortisol and blood biochemical parameters were obviously changed after transport stress. The serum cortisol in I-fish[(41.97 ± 17.92) ng/mL, n = 9] and II-fish[(15.62 ± 1.80) ng/mL, n = 9] were obviously 20 times and 4 times respectively higher than in Control-fish[(2.05 ± 1.48) ng/mL, n = 10] and serum cortisol in I-fish was also obviously higher than II-fish($P < 0.05$). The concentrations of serum TP, AP, AKP, CHE, ALT, K⁺, Ca²⁺ and GLU in I-fish were obviously higher, and values of AP/GP was obviously lower than that in Control-fish($P < 0.05$), while no significant difference of the blood biochemical parameters mentioned above were observed between II-fish and Control-fish. The concentrations of serum LDH and AST in I-fish and II-fish were no obviously higher than those in Control-fish($P > 0.05$). The concentrations of serum TC and TG in I-fish showed no significant difference with Control-fish but were obviously different with II-fish($P < 0.05$). All the results indicated that the tissues of American shad such as heart and liver had been harmed, which may cause the failure in long-distance transportation of American shad. The results also showed that the anesthetic benzocaine was benefit for maintaining the stability of the biochemical parameters in fish and had the obviously catabatic effect to the transport stress. [Journal of Fishery Sciences of China, 2006, 13(5): 787 - 793]

Key words: *Alosa sapidissima*; cortisol; biochemical parameter; transport stress; benzocaine; catabatic effect

Corresponding author: WEI Qi-wei. E-mail: weiqw@yfi.ac.cn.