

饥饿对养殖鲈鱼血液生理生化指标的影响

钱云霞¹, 陈惠群¹, 孙江飞²

(1. 宁波大学 海洋与水产系, 浙江 宁波 315211; 2. 宁波市第一人民医院, 浙江 宁波 315010)

摘要: 设定不同饥饿时间研究养殖鲈鱼 (*Lateolabrax japonicus*) 血液生理和生化指标的变化。实验进行4周, 每周取样。结果表明, 血液中红细胞数、血红蛋白和红细胞比容分别在饥饿2周、2周和4周开始显著下降, 而红细胞脆性和沉降率则分别在饥饿1周和3周显著上升; 血糖浓度在饥饿第1周显著下降, 以后几周则较为恒定; 总蛋白、白蛋白和球蛋白在饥饿1周和2周时均有上升, 3周后开始下降; 甘油三酯和总胆固醇均在饥饿3周开始显著下降; Na^+ 和 Cl^- 浓度在饥饿3周显著上升, 谷丙转氨酶和谷草转氨酶活力分别在饥饿2周和1周时显著下降。饥饿对 K^+ 、 Ca^{2+} 浓度和碱性磷酸酶活力没有影响。各项生理生化指标对饥饿时间的回归分析表明, 均以3次多项式的 R^2 值为最大, 其中又以白蛋白和血红蛋白的 R^2 值最大, 分别为0.922和0.902, 建议血红蛋白含量可作为鲈鱼饥饿评价的指标。

关键词: 鲈鱼; 饥饿; 血液; 生理指标; 生化指标

中图分类号: Q959.483

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737(2002)02-0133-05

鱼类在养殖或自然条件下生长, 经常会出现营养不足甚至饥饿, 有些鱼类在饥饿一段时间后恢复喂食将出现超过正常生长速度的补偿生长, 因而许多研究者对鱼类饥饿进行分析。如何判断鱼类是否处于饥饿状态成为人们关注的问题。目前评价鱼类营养状况的研究主要集中在鱼类形态学、组织学、及相关器官生化组成和变化等方面^[1,2], 而鱼类的血液指标研究是鱼类生理学的重要内容, 因而也是了解其健康状态、营养水平等的主要参数。

有关鲈鱼 (*Lateolabrax japonicus*) 的生物学、繁殖和病害研究已有报道^[3-5], 但目前尚未见关于鲈鱼血液生理、生化方面的报道。为此作者对网箱养殖鲈鱼在饥饿状态下的血液生理生化指标进行初步研究, 旨在丰富鱼类血液学的内容及为判断鲈鱼是否处于饥饿状态提供血液生理生化指标。

1 材料与方法

1.1 材料

收稿日期: 2001-09-20.

基金项目: 宁波市科委青年基金资助(0011025).

作者简介: 钱云霞(1965-), 女, 硕士, 讲师, 从事水产动物营养与病害研究。

花鲈取自宁海薛岙养殖网箱, 体长28.5~31 cm, 体重200~250 g, 共110尾, 分别放入室内3个0.8 m×1 m×1 m水族箱里。水泵充气, 用海水水晶配制的人工海水换水, 盐度 1.012 ± 0.002 , 水温11~13℃, pH 7.0左右, 实验周期4周, 期间不投饵, 每周取样1次。生化指标测定每次每箱取2尾, 生理指标测定每次每箱3尾。实验设3个重复。

1.2 方法

1.2.1 血液生理指标 肝素抗凝后的血液用于测定生理指标, 具体方法如下:

红细胞计数(RBC): 用红细胞稀释液作200倍稀释, Neubauer计数板计数^[6]。

血红蛋白(Hb): Sahlis法^[6]。

红细胞沉降率(ESR): Wintrobe法^[6]。

红细胞比容(HCT): Wintrobe法^[6]。

红细胞脆性(EOB): 将血液滴入浓度为0.20%~0.48%(梯度为0.02%)的NaCl溶液, 以完全溶血的NaCl浓度作为红细胞最大抵抗值。

1.2.2 血液生化指标 用5 ml 针筒尾静脉取血, 全血制备血清。于4℃下放置2 h, 经2 000 r/min离心分离, 收集血清, 当天测定完成。所有生化指标均在贝克曼生化自动分析仪上完成。

1.3 实验数据

实验数据由 SPSS10.0 程序包进行生物学统计,包括方差分析、邓肯氏新复全距检验及各项指标对饥饿时间的回归分析。

2 结果与讨论

2.1 饥饿对养殖鲈鱼血液生理指标的影响

由于实验鱼为2龄鱼,其性腺尚未发育,因而无法区分其性别。饥饿0~4周对养殖鲈鱼5项血液生理指标均有极显著的影响,结果见表1。

从表1可见,养殖2龄鲈鱼红细胞数正常值为 $(3.06 \pm 0.35) \times 10^{12}/L$,饥饿2周后显著降低,在饥饿4周时为正常值的76.5%。血红蛋白也同时显著降低,在饥饿4周时仅为正常值的46.0%,说明

在饥饿过程中不仅红细胞数量有所减少,而且每个红细胞所含的血红蛋白量也减少。鲈鱼红细胞比容的正常值为 $(41.25 \pm 3.77)\%$,饥饿虽然对其有显著的影响,但影响速度却慢于红细胞数和血红蛋白的减少,在第4周才明显降低,为正常值的80.6%,红细胞比容的降低除了与红细胞数的减少直接有关外,还可能与红细胞体积的变化及血浆中蛋白含量的变化有关^[7,8]。许多研究发现,饥饿鱼类红细胞数、血红蛋白和红细胞比容有减少现象^[9-11],这些指标的下降反映了血液输氧能力的下降,说明饥饿导致鱼体需氧量减少,进而使代谢水平降低,这是鱼类在饥饿时降低对贮存能量的利用以维持基本生命活动的一种本能适应。

引起血细胞全部溶血的NaCl浓度即为红细胞

表1 饥饿对养殖鲈鱼血液生理指标的影响($n=3$)

Table 1 Effects of starvation on the hematological indices of cultured *Lateolabrax japonicus*

项目 Item	饥饿时间/Week Starvation period				
	0	1	2	3	4
RBC/ $(10^{12} \cdot L^{-1})$	3.06 ± 0.35^a	2.95 ± 0.23^{ab}	2.71 ± 0.32^{bc}	2.49 ± 0.28^{cd}	2.34 ± 0.23^d
Hb/ $(g \cdot 100^{-1} \cdot ml^{-1})$	9.84 ± 0.76^a	9.36 ± 0.80^a	8.5 ± 0.65^b	6.71 ± 0.61^c	4.53 ± 0.57^d
HCT/%	41.25 ± 3.77^a	38.13 ± 3.48^{ab}	36.6 ± 2.45^{abc}	35.5 ± 2.39^{abc}	33.25 ± 3.77^c
EOB/(g%)	0.28 ± 0.02^a	0.30 ± 0.01^b	0.30 ± 0.02^b	0.32 ± 0.02^c	0.35 ± 0.02^d
ESR/ $(mm \cdot 2^{-1} \cdot h^{-1})$	1.44 ± 0.42^a	1.50 ± 0.38^a	1.75 ± 0.46^{ab}	2.19 ± 0.65^{bc}	2.35 ± 0.35^c

注:不同字母上标表示差异显著($P < 0.05$)。下同。Different superscripts show significant difference ($P < 0.05$). The same below.

最大抵抗值,它表示红细胞脆性(EOB)。一般来说,新生红细胞脆性小,衰老红细胞脆性大。关于饥饿对EOB的影响,根据研究对象有不同的结论。对饥饿2周的南方鲇(*Silurus meridionalis*)的研究表明饥饿会增加EOB^[9,10],而饥饿会降低鳊鱼(*Auquilla japonicus*)的EOB^[7]。本实验结果类似南方鲇,饥饿状态下,血液中新生红细胞比例下降,结合红细胞数量下降,表明饥饿可能抑制鱼体造血功能。红细胞沉降率上升表明红细胞叠连性增加,不利于红细胞通过微循环,表明饥饿可对鱼体循环功能产生不利影响。

2.2 饥饿对养殖鲈鱼血液生化指标的影响

饥饿对养殖鲈鱼血液生化指标的影响见表2。结果表明,除 K^+ 、 Ca^{2+} 浓度和碱性磷酸酶活性外的各项血液生化指标均受到饥饿的显著影响。

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。养殖鲈鱼的血糖浓度对饥饿比较敏感,第1周就下降

为正常值的42.9%,以后几周虽然略有下降但差异不显著,维持在较恒定的水平。在饥饿时鲈鱼不再从食物中得到碳水化合物,因而血糖的维持主要靠糖异生作用,许多研究表明鱼类在饥饿时其糖异生作用明显提高^[11]。

一般认为饥饿会引起总蛋白、白蛋白和球蛋白的减少,因而血清蛋白可以用来诊断鱼类健康、营养和疾病等状况。但对鳊鱼的研究却有不同结论,有人认为,饥饿15d,三者均没有变化,也有人认为总蛋白量在停食第1天为44.9g/L,第3天为52.3g/L,而以后90d内其值几乎不变^[12]。而本实验对养殖鲈鱼血清蛋白的研究结果表明,总蛋白、白蛋白和球蛋白在饥饿1周时均有增加,饥饿2周虽有回落但还是高于正常组,饥饿3周时略低于正常组,饥饿4周时继续下降。正常组鲈鱼的白蛋白和球蛋白之比为0.36,远低于白斑狗鱼(*Esox lucius linnaeae*)的白球比0.56^[8],淡水南方鲇0.99^[9],鲤(*Cyprinus carpio*)2.1^[13]。尽管如此,它却随着饥

饿时间延长而明显下降。由于血浆胶体渗透压主要来自白蛋白,因而白球比的下降意味着血浆胶体渗透压也将明显下降。

表2 饥饿对养殖鲈鱼血液生化指标的影响($n=3$)Table 2 Effects of starvation on the blood biochemical indices of cultured *Lateolabrax japonicus*

项目 Item	饥饿时间/Week Starvation period				
	0	1	2	3	4
血糖 G/(mmol·L ⁻¹)	16.89±3.42 ^a	7.25±0.88 ^b	6.57±0.69 ^b	5.44±1.09 ^b	5.36±1.81 ^b
总蛋白 TP/(g·L ⁻¹)	36.13±3.31 ^{ab}	49.76±6.10 ^a	45.98±6.55 ^a	30.63±3.39 ^b	27.82±3.30 ^b
白蛋白 AP/(g·L ⁻¹)	9.57±1.21 ^b	13.71±1.26 ^a	11.40±0.93 ^b	6.20±0.55 ^c	5.73±0.59 ^c
球蛋白 GP/(g·L ⁻¹)	26.56±2.58 ^{ab}	36.05±5.10 ^a	34.59±5.82 ^a	24.43±2.88 ^{ab}	22.09±2.73 ^b
白球比 AP/GP	0.36±0.04 ^a	0.38±0.04 ^a	0.34±0.05 ^a	0.26±0.02 ^b	0.26±0.01 ^b
甘油三酯 TG/(mmol·L ⁻¹)	2.45±0.66 ^a	2.00±0.59 ^a	1.85±0.55 ^{ab}	1.14±0.18 ^c	1.29±0.44 ^{bc}
总胆固醇 TC/(mmol·L ⁻¹)	8.58±0.65 ^a	8.27±0.60 ^a	7.94±0.82 ^a	5.87±0.55 ^b	5.42±0.55 ^b
谷丙转氨酶 ALT/(IU·L ⁻¹)	34.00±16.20 ^a	23.40±9.40 ^{ab}	17.40±9.37 ^b	15.20±7.50 ^b	2.60±5.68 ^b
谷草转氨酶 AST/(IU·L ⁻¹)	112.40±50.63 ^a	63.80±22.95 ^b	40.60±23.29 ^{bc}	38.00±22.49 ^{bc}	21.40±8.44 ^c
碱性磷酸酶 AKP/(IU·L ⁻¹)	17.80±14.53	25.00±25.07	25.80±5.93	16.60±6.42	13.60±5.98
AST/ALT	3.33±0.10 ^{ab}	2.78±0.36 ^c	2.21±0.40 ^c	2.48±0.47 ^b	1.74±0.26 ^d
钾 K ⁺ /(mmol·L ⁻¹)	2.11±0.81	2.02±0.57	1.59±0.60	1.75±0.38	2.33±0.70
钠 Na ⁺ /(mmol·L ⁻¹)	152.02±8.65 ^a	149.58±9.53 ^a	158.22±2.66 ^{ab}	161.68±4.49 ^b	171.68±4.13 ^c
钙 Ca ²⁺ /(mmol·L ⁻¹)	2.23±0.27	2.59±0.09	2.63±0.43	2.44±0.07	2.62±0.19
氯 Cl ⁻ /(mmol·L ⁻¹)	126.47±5.20 ^a	125.59±3.88 ^b	125.28±2.59 ^{ab}	140.23±9.42 ^b	148.82±5.48 ^b

表3 养殖鲈鱼血液生化指标对饥饿时间的回归方程

Table 3 Regression equation of hematological and blood biochemical indices of cultured *Lateolabrax japonicus*

项目 Item	方程类型 Equation type	R ²	d.f.	F	回归方程系数 Index of regression equations			
					b0	b1	b2	b3
红细胞数 RBC	CUB	0.503	11	12.16	3.058 9	-0.024 7	-0.105 2	0.016 7
血红蛋白 Hb	QUA	0.902	12	169.67	9.821 1	-0.084 6	-0.310 7	
血红蛋白 Hb	CUB	0.902	11	110.06	9.822 3	-0.093 6	-0.304 5	-0.001 0
血沉 ESR	CUB	0.412	11	8.41	1.444 1	-0.190 9	0.258 9	-0.038 5
红细胞比容 HCT	CUB	0.439	11	9.39	0.412 5	-0.044 4	0.015 3	-0.002 3
红细胞脆性 EOB	CUB	0.644	11	21.75	0.278 4	0.029 2	-0.014 3	0.002 9
血糖 G	CUB	0.856	11	41.64	16.732 8	-13.484	5.284 3	-0.658 5
总蛋白 TP	CUB	0.790	11	26.28	35.871 0	30.592 9	-18.152	2.496 0
白蛋白 AP	CUB	0.922	11	82.65	9.512 6	9.956 8	-6.458 3	0.932 3
球蛋白 GP	CUB	0.689	11	15.52	26.358 5	20.634 0	-11.692	1.563 3
白球比 AP/GP	CUB	0.749	11	20.84	0.358 9	0.099 6	-0.083 1	0.013 0
甘油三酯 TG	CUB	0.490	11	6.73	2.413 7	-0.089 1	-0.241 4	0.047 8
胆固醇 TC	CUB	0.803	11	28.54	8.511 5	0.877 1	-0.963 1	0.136 5
谷丙转氨酶 ALT	CUB	0.424	11	5.15	34.048 6	-14.340	3.914 3	-0.416 7
谷草转氨酶 AST	CUB	0.595	11	10.27	112.826	-73.188	25.742 9	-3.283 3
钾 K ⁺	CUB	0.698	11	16.21	3.368 9	-1.196 1	0.532 9	-0.083 3
钠 Na ⁺	CUB	0.622	11	11.50	151.620	-3.740 2	3.677 1	-0.378 3
氯 Cl ⁻	CUB	0.743	11	20.21	126.989	-8.864 5	5.949 4	-0.584 2
钙 Ca ²⁺	CUB	0.313	11	3.18	2.219 1	0.725 8	-0.386 6	0.057 5

鲈鱼血清脂类中的甘油三酯和总胆固醇,其正常组含量接近南方鳊^[9],随着饥饿时间的延长两者均有下降,但在饥饿3周时才明显低于正常组。关

于饥饿对鱼类谷丙转氨酶、谷草转氨酶活力的影响,对鲤的研究认为相似或高于饥饿前水平^[2],对南方鳊的研究认为低于饥饿前水平^[9],本实验对鲈鱼的

研究表明,饥饿会显著降低这2种酶的活力,分别在饥饿2周和1周时就显著低于正常组,且随着时间延长而继续下降。

就整个鱼体而言,鱼类血液中阳离子比阴离子多,不足的阴离子由蛋白和氨基酸来补偿^[12],在正常养殖鲈鱼的无机成分中 Na^+ 含量高于 Cl^- 含量, K^+ 、 Ca^{2+} 含量较前两者少得多,饥饿对养殖鲈鱼的 K^+ 和 Ca^{2+} 的含量没有影响,但 Na^+ 和 Cl^- 的含量却随着饥饿时间的延长而明显增加。尾崎久雄^[12]认为, Cl^- 的活动大体是与 K^+ 和 Na^+ 一起进行的,但本实验表明,在饥饿条件下血液中 Cl^- 和 K^+ 的浓度变化无相关性,而 Cl^- 和 Na^+ 浓度存在明显的线性相关,其相关系数为 $r=0.724$, $r^2=0.524$ 。有学者认为,短时间饥饿会使鱼血液中的 Cl^- 和 Na^+ 浓度增加,但长期饥饿则会使之降低^[14]。而对南方鲇的研究表明,饥饿2周使 K^+ 、 Na^+ 和 Cl^- 的浓度明显下降^[9],这可能和淡水鱼与海水鱼对渗透压调节方式的差异有关,具体原因有待进一步研究。

2.3 养殖鲈鱼血液生理生化指标对饥饿时间的回归分析

就表1、2中生理生化指标分别对饥饿时间进行回归分析,结果见表3,从表3可见,均以3次多项式的 R^2 为最大,相关程度最高(血红蛋白的二次方程和三次方程的 R^2 相同), F 值均大于 $F_{0.01}$ (钙的 F 值小于 $F_{0.01}$, 大于 $F_{0.05}$)。在所有生理生化指标对时间的回归方程中白蛋白的 R^2 最大,为0.922,钙的 R^2 小,为0.313。血红蛋白的 R^2 为0.902,虽小于白蛋白,但由于其测定方便,建议可作为鲈鱼饥

饿评价的首选指标。

参考文献:

- [1] 谢小军, 邓利, 张波. 饥饿对鱼类生理生态学影响的研究进展[J]. 水生生物学报, 1998, 22(2): 181-188.
- [2] 宋昭彬, 何学福. 鱼类饥饿研究现状[J]. 动物学杂志, 1998, 33(1): 48-52.
- [3] 李明珠, 赵志东, 陈国年, 等. 花鲈工厂化育苗技术的研究[J]. 宁波大学学报, 1997, 10(4): 66-73.
- [4] 庄虔增. 鲈生物学及池塘养殖技术[J]. 齐鲁渔业, 1996, 13(2): 8-11.
- [5] 王国良, 薛良义, 金珊, 等. 海水网箱养殖鲈鱼皮肤溃疡病的流行病学研究[J]. 水生生物学报, 2000, 24(4): 392-395.
- [6] 陈其才, 严定友, 吴政星. 生理学实验[M]. 北京: 科学出版社, 1995.
- [7] 陈惠群, 杨文鸽. 饥饿对某些血液指标的影响[J]. 水产科学, 2001, 20(2): 10-11.
- [8] 刘志强, 李新平, 杨建红, 等. 白斑狗鱼血液生理生化指标值和血液流变学常值的研究[J]. 动物学报, 1999, 45(4): 398-403.
- [9] 陈晓耘. 饥饿对南方鲇幼鱼血液的影响[J]. 西南农业大学学报, 2000, 22(2): 167-169.
- [10] 李慧, 万松良, 黄三春, 等. 不同状态下大口鲶血液学研究[J]. 水产科学, 1997, 16(6): 3-7.
- [11] Gillis T E, Ballantyne J S. The effects of starvation on plasma free amino acid and glucose concentrations in lake sturgeon [J]. J Fish Biol, 1996, 49(6): 1306-1316.
- [12] 尾崎久雄. 鱼类血液循环生理[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1982.
- [13] 米瑞英, 谢宝华. 鲤鱼血液生化指标的测定[J]. 淡水渔业, 1982, 5: 37-38.
- [14] Heming T A, Paleczny E J. Compositional changes in skin mucus and blood serum during starvation of trout [J]. Aquaculture, 1987, 66: 265-273.

Effects of starvation on hematological and blood biochemical indices in cultured *Lateolabrax japonicus*

QIAN Yun-xia¹, CHEN Hui-qun¹, SUN Jiang-fei²

(1. Oceanography and Fisheries Department, Ningbo University, Ningbo 315211, China;

2. No. 1 Hospital of Ningbo, Ningbo 315010, China)

Abstract: Different starvation periods were set to examine the variation of hematological and blood biochemical indices in cultured *Lateolabrax japonicus*. The blood was sampled at days 0, 7, 14, 21 and 28 of a 28-day starvation period. The results show that the numbers of red cells, the hemoglobin content and the haematocrit of *L. japonicus* decrease after starvation of two weeks, two weeks and four weeks, respectively, while the erythrocyte osmotic brittleness and the erythrocyte sedimentation rate increase after one and three weeks starvation, respectively. The serum glucose levels decrease sharply during the first week and then keep stable. The concentrations of total protein, albumin and globin increase a little during the first two weeks of starvation, and decrease after three weeks starvation. The contents of triglyceride cholesterol and the activities of ALT and AST decrease with the starvation time going by, while the concentrations of Na^+ and Cl^- increase. No differences are detected among the groups in K^+ and Ca^{2+} concentrations and AKP activity. Regressions are developed to simulate the relationship between starvation time and each parameters that the highest coefficients of determination for all parameters are on cube regression equation, among which the coefficients of determination of albumin and hemoglobin are the highest, 0.922 and 0.902, respectively. The hemoglobin content may be starvation indices for assessment of *L. japonicus* for their easy detection.

Key words: *Lateolabrax japonicus*; starvation; blood; hematological indices; biochemical indices

欢迎订阅 2002 年《中国水产科学》

《中国水产科学》是中国水产科学研究院主办的国家级学术期刊,已经正式编入《中国学术期刊(光盘版)》,并加入“ChinaInfo(中国信息)网络资源系统(电子期刊)”及“中国期刊网”。主要刊载水产科学基础研究、生物技术、水产资源、海淡水捕捞、水产养殖与增殖、水产品保鲜与加工、渔业水域环境保护、渔船、渔业机械与仪器的学术论文、综述和学术动态等文稿。它的主要服务对象是水产科学研究、教学、科技管理人员以及大专院校师生。是反映水产科研成果的窗口和培养人才的园地。它面向水产业,为水产业的持续发展和水产经济建设服务。

本刊是季刊,大16开,每期96页,国内外公开发售。国内定价14.00元/期,全年56.00元/期(含邮费)。本刊邮发代号:18—250,国内统一刊号:CN11—3021/S,国际标准刊号:ISSN1005—8737,国外代号4639Q。全国各地邮局办理订阅手续(可破季订阅)。漏订或补订当年和过期期刊,请直接向编辑部订订。

地址:北京市丰台区青塔村150号

邮政编码:100039

电话:010—68673921,68673931

E-mail: jfishok@publica.bj.cninfo.net