

鲇鱼力竭性运动后的过量耗氧及其体重的影响

彭姜岚 曹振东 付世建

(重庆师范大学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: 过量耗氧(EPOC)是衡量动物无氧代谢能力的重要生理指标,本研究在25℃条件下对不同体重组鲇鱼 *Silurus asotus* Linnaeus (< 30g, 30~50g, 50~100g 和 > 100g) 力竭性运动后 EPOC 进行了测定,旨在揭示不同体重鱼类在EPOC 方面的适应机制。实验结果显示:鲇鱼力竭性运动后耗氧率(VO_2)峰值立即出现(2min),随后逐渐恢复到稳定状态水平。本研究根据实验数据统计分析结果,提出了力竭运动后鲇鱼 VO_2 恢复过程的数学模型($\text{VO}_2 = a + be^{-ct}$),并对其中参数的生物学意义进行阐述。通过对各体重组过量耗氧参数(a、b和c)的分析比较,发现鲇鱼体重的增加使有氧代谢能力降低,无氧代谢的能力却有较大提高。

关键词: 过量耗氧; 力竭性运动; 鲇鱼

中图分类号: S9651.128 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2008)03-0382-07

运动后过量耗氧(Excess postexercise oxygen consumption, EPOC)指动物运动后恢复期内超过静止状态耗氧率(VO_2)的额外耗氧量^[1],自被 Gaeser 和 Brooks^[2]首次提出以来,作为研究人类和陆生脊椎动物无氧代谢能力的生理学指标一直广受关注^[3,4]。鱼类EPOC的研究直到最近几年才受到关注,该方面的研究多以鲑鳟鱼类为对象,发现水体温度、运动方式等因素均可能对EPOC产生重要影响^[1,5]。一般认为EPOC的大小在一定程度上影响鱼类的爆发游泳(Burst type swimming)和力竭性运动(Exhaustive exercise)能力,与鱼类洄游时穿越激流、逃避敌害和有效捕食等生命活动密切相关^[6]。另外,EPOC的恢复时间的长短很大程度限制和影响鱼类短期内的重复运动能力,对鱼类的生存适合度也同样具有重要作用^[7]。

EPOC的构成组分相当复杂,其中包括:运动后ATP、PCr的还原、代谢底物的更新和产物的清除以及循环系统、呼吸系统机能和内环境平衡的恢复等生理生化过程^[3,8]。随着个体发育的进程和体重的不断增加,代谢能力、酸碱状况、结构组成等方面的变化都可能对上述各组分产生影响进而改变鱼类力竭运动后的生理反应^[8]。而目前尚未见有关体重对鱼类EPOC影响的系统资料报道。鲇鱼(*Silurus asotus* Linnaeus)是我国常见的肉食性经济鱼类,随发育

程度可能出现EPOC等方面产生重要的适应性变化。本研究选取鲇鱼作为实验对象,通过连续监测力竭运动后的 VO_2 ,分别考察体重对鲇鱼EPOC总量和持续时间等参数的影响,旨在揭示不同体重的鱼类在EPOC方面的适应机制,为鱼类生理生态学的相关研究提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 实验鱼的来源与驯化 实验鲇鱼购于当地渔民,于重庆师范大学进化生理与行为学实验室自净化循环控温水槽中(112m² @ 0.155m @ 0.155m,实际水容量250L,专利申请号:20052001048519)驯化3d。实验用水为曝气后的自来水,实验水体温度始终控制在(25.0±1.0)℃,用充气泵连续向水体充入空气以确保溶氧水平>7mg/L,日换水量约为驯化水体的10%,光制为14L:10D。从驯养3d后的幼鱼中挑选无伤、健康、体重不同(171.60~1901.64g)的56尾鲇鱼作为实验对象。

1.2 操作步骤与实验方案 将选出的实验鱼单尾放入本实验室自行设计的流水式呼吸仪(Flow2 through respirometer,专利申请号:20052001048215)在(25.0±1.0)℃驯化1d,随后连续两次测定 VO_2 作为

收稿日期:2007-02-05;修订日期:2007-12-28

基金项目:国家自然科学基金(30700087);重庆市自然科学基金资助(2007BB1226)资助

作者简介:彭姜岚(1959),女,重庆市人;实验师;研究方向为鱼类生理学

通讯作者:付世建, E-mail: shijianfu9@hotmail.com

静止耗氧率(VO_{2rest})。呼吸仪有 11 个不同体积(011) 015 L) 可拆卸的呼吸室。溶氧值用溶氧仪(HQ20, Hach Company, Loveland, Colorado, U1 SIA1) 测定。下面是计算 VO_2 (mg O_2 /min#fish 或 mg O_2 /min#kg) 的公式:

$$VO_{2per\ fish} = \$ O_2 @v \tag{1}$$

$$VO_2 = \$ O_2 @v / m \tag{2}$$

式中 \$ O_2 是实验呼吸室和空白溶氧(mg O_2 /L) 差值, v 是实验呼吸室水流速度(L/ min, 水流速度用呼吸室出水口 1min 水流称重得到), m 为鱼体体重(kg)。

EPOC 测定采用国际通用方法, 即待 VO_{2rest} 测定后, 再将实验鱼放入环形水道(容量 150 L) 内, 用手不断追逐使鱼被迫持续 5min 的力竭性运动^[7]; 处于力竭性状态的鱼通常失去平衡或当继续追逐时不再有明显应激反应^[5]; 然后立即将力竭性状态的实验鱼放回呼吸室内进行恢复 VO_2 的测定。在进行相关测定时, 较小实验鱼([70g) 所使用的呼吸室体积为 011 L, 水流速度约为 0125 L/ min, 较大实验鱼(> 70g) 呼吸室体积为 0125 L, 水流速度为 015 L/ min; 经计算实验监测系统水体置换率为 99% 的历时小于 2min^[11]。监测实验鱼 VO_2 的数据采集时间分别设定为 2、3、4、5、10、15、20、25、30、40、50、60min。

表 1 实验鱼样本量、体重、静止耗氧率和最大耗氧率
Tabl 1 Sample size, body weight, VO_{2rest} and VO_{2peak} of experimental Chinese catfish

	< 3010g	3010) 5010g	5010) 10010g	> 10010g
样本数	20	23	6	7
Fish number				
体重	231 07? 0178	391 40? 01 90	66100? 7173	1601 98? 7117
Body weight(g)				
单位体重静止耗氧率	3132? 01 13 ^a	21 84? 0108 ^b	2160? 01 10 ^c	2126? 0115 ^d
VO_{2rest} (mg O_2 /min#kg)				
单尾鱼静止耗氧率	01 076? 01 004 ^d	01112? 01004 ^c	01 184? 01 017 ^b	01 360? 01018 ^a
VO_{2rest} (mg O_2 /min#fish)				
单位体重耗氧率峰值	101 27? 0118 ^a	91 16? 0123 ^b	8113? 01 58 ^c	7182? 0147 ^d
VO_{2peak} (mg O_2 /min#kg)				
单尾鱼耗氧率峰值	01 237? 01 009 ^d	01360? 01012 ^c	01 539? 01 080 ^b	11 263? 01099 ^a
VO_{2peak} (mg O_2 /min# fish)				
耗氧上升倍率	3119? 01 15	31 26? 0117	2191? 01 24	3157? 0135
Factorial scope				

注: 每行平均值后上标字母不同表示差异显著(p< 0105)
Note: Values in each row not sharing a common superscript are significantly different (p< 0105)

113 数理统计 我们采用主要参数定义分别为: 静止耗氧率(VO_{2rest}): 实验鱼在力竭运动前的 VO_2 ; 耗氧率峰值(VO_{2peak}): 实验鱼在恢复过程中的 VO_2 的最大值; 耗氧上升倍率: VO_{2peak} / VO_{2rest}

实验数据以 EXCELL 进行常规计算, 采用 STA2 TISTICA415 进行单因素方差分析(ANOVA), 如差异显著采用多重比较(LSD 法)。根据力竭运动后 VO_2 的恢复状况, 我们用非线性估计(Nonlinear estimation) 优选出理论模型。统计值均以平均值 ± 标准误(means ± SE) 表示, 显著性水平为 p< 0105。

2 结 果

211 VO_{2rest} 、 VO_{2peak} 和代谢增加倍率

4 个实验体重组鲇鱼的平均体重分别为 231 07、39140、66100 和 160198g(表 1), 每尾鱼的 VO_{2rest} 随体重的增加而显著增加(p< 0105), 分别为 01 076、01 112、01 184 和 01 360mg O_2 / min#fish, 而单位体重的 VO_{2rest} 随体重的增加则显著下降(p< 0105), 分别为 3132、21 84、2160 和 2126mg O_2 / min# kg。每尾鱼 VO_{2rest} (VO_{2rest} per fish, mg O_2 /min) 和体重(W, kg) 的关系可拟合为。

$$VO_{2rest\ per\ fish} = 01 0059 W^{01 81}$$
$$R^2 = 01933, n = 55, p < 01001 \tag{3}$$

鲇鱼力竭性运动恢复的 VO_{2peak} 在放入呼吸仪 后立即出现, 每尾鱼的 VO_{2peak} 随体重的增加而显著

增加($p < 0.05$), 4 个体重组的 VO_{2peak} 分别为 0.1237、0.1360、0.1539 和 0.11263 $mg\ O_2/min\#fish$; 而单位体重的 VO_{2peak} 随体重的增加而显著下降($p < 0.05$), 分别为 0.10127、0.1116、0.1113 和 0.1182 $mg\ O_2/min\#kg$ 。每尾鱼 VO_{2peak} ($VO_{2peak\ per\ fish}, mgO_2/min$) 和体重 (W, kg) 的关系可拟合为。

$$VO_{2peak\ per\ fish} = 0.10218W^{0.178}$$
$$R^2 = 0.1885, n = 55, p < 0.001 \quad (4)$$

2.1.2 力竭性运动后 EPOC 相关参数的变化

鲢鱼 VO_2 立即上升至静止水平的 3 倍左右, 然后以典型的负指数方式下降, 在力竭运动约 30min 后出现相对稳定状态, 该状态的 VO_2 稍高于运动前的静止水平。不同体重组力竭运动后恢复时间 (t , min) 和单位体重的耗氧率 ($VO_2, mg\ O_2/min$) 的拟合方程分别为(图 1):

$$< 30g: \quad VO_2 = 4.120 + 7.196e^{-0.133t}$$

$$R^2 = 0.1922, n = 21, p < 0.001 \quad (5)$$

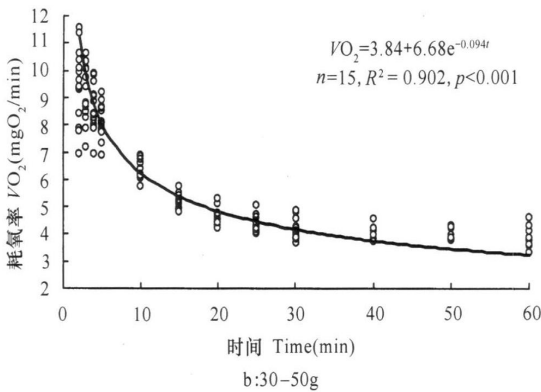
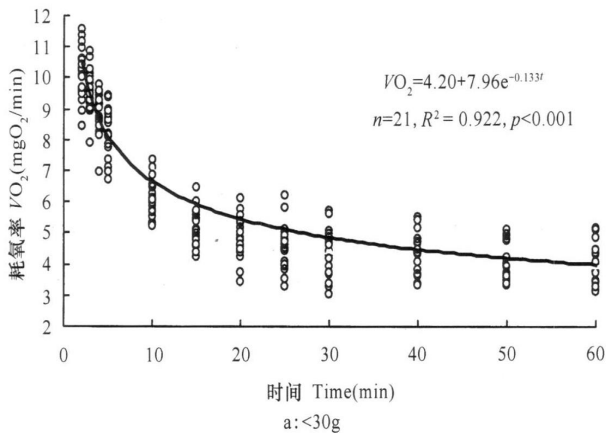
$$30) 50g: \quad VO_2 = 3.184 + 6.168e^{-0.094t}$$
$$R^2 = 0.1902, n = 15, p < 0.001 \quad (6)$$

$$50) 100g: \quad VO_2 = 3.174 + 5.168e^{-0.089t}$$
$$R^2 = 0.1774, n = 16, p < 0.001 \quad (7)$$

$$> 100g \quad VO_2 = 3.141 + 5.137e^{-0.080t}$$
$$R^2 = 0.1803, n = 7, p < 0.001 \quad (8)$$

根据上述拟合方程计算不同体重组 VO_2 恢复至稳定状态 50%、95% 和 99% 的历时分别为: $< 30g$ 体重组, 51.21、221.52 和 341.63min; 30) 50g 体重组, 71.37、311.87 和 481.99min; 50) 100g 体重组, 71.79、331.66 和 511.74min; $> 100g$ 体重组, 81.66、371.44 和 571.56min(表 2)。

采用积分求得 EPOC 的面积, 计算各体重组每 kg 体重的过量 VO_2 分别为: 591.85、711.06、631.82 和 671.13 $mg\ O_2$ 。



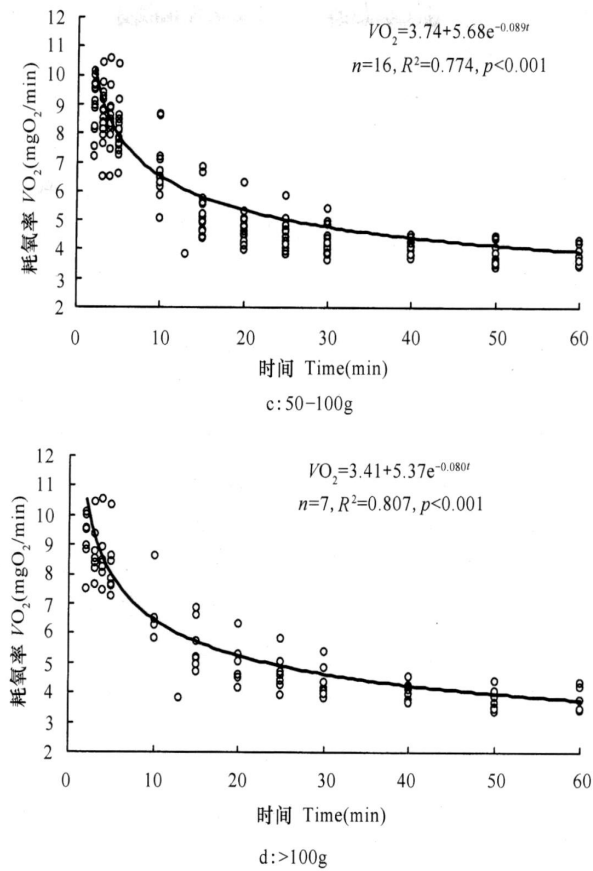


图 1 不同体重鲇鱼力竭运动后耗氧率恢复曲线

Fig1 The postexercise oxygen consumption rate curve of Chinese catfish with different body weight

表 2 不同体重组鲇鱼力竭运动恢复过程耗氧率曲线拟合方程($y = a + be^{-cx}$)参数比较

Tabl2 Variables in o $\dot{V}O_2$ and resume time relationship equation with different body weight

	< 3010 g	3010) 5010 g	5010) 10010 g	> 10010 g
a	4120? 0109	3184? 0111	3174? 0119	3141? 0130
b	7196? 0124	6168? 0120	5168? 0127	5137? 0144
c	01133? 01010	01094? 01008	01089? 01011	01080? 01021
t _{50%}	5121	7137	7179	8166
t _{95%}	22152	31187	33166	37144
t _{99%}	34163	48199	51174	57156
过量耗氧 EPOC(b/c)	59185	71106	63182	67113

3 讨 论

鲇鱼力竭运动后恢复过程的 $\dot{V}O_2$ 变化与其他研究结果相似, 即刻达到最大值, 然后呈负指数下降^[5, 12]。其 $\dot{V}O_2$ 上升倍率约为 2191) 3157, 与大西洋鲑(*Salmo salar*)相似^[12], 明显大于鲟鱼(*Acipenser oxyrinhdus*) (2 倍)^[5]; 其 $\dot{V}O_2$ 恢复至 95%的时间约

为 20) 40min, 与多数其他鱼的研究结果基本一致^[1, 5, 12]。

311 力竭性运动后过量耗氧的数学模型

本研究发现负指数方程能很好的拟合鲇鱼力竭性运动后 $\dot{V}O_2$ 的恢复过程(公式 5) 8), 该方程的通式为:

$$\dot{V}O_2 = a + be^{-ct}$$

(9)

方程中的 a 值可近似地作为鲇鱼的 VO_{2rest} , 但各体重组拟合方程的 a 值均大于运动前的 VO_{2rest} (表 1、表 2)。这一现象的可能原因是处于力竭性运动恢复过程稳定状态的 VO_2 并没有完全恢复到静止水平。动物力竭运动后 VO_2 的上升一般包括以下几个组分: 运动后体内的生理生化过程和状态, 如 ATP 和 PCr 更新、血红蛋白的氧化^[12, 13]、乳酸的代谢和糖原的合成^[14]可能会使 VO_2 升高; 运动过程中与肌肉收缩不直接相关的一些因素如体温的上升、心血管功能的提高、儿茶酚胺类激素的释放也会造成代谢在一段时间内持续在静止水平之上^[15]; 运动过程对内环境的影响可能造成糖异生、糖酵解, 甘油三酯、脂肪酸底物循环增加, 进而导致能量消耗的增大^[16]; 提高的蛋白质周转率^[17]、内环境离子的重新分布也需要额外的能量支出^[3]。上述导致能量 VO_2 升高的大部分因素, 如 ATP 和 PCr 的更新均可在很短时间内完全恢复^[12], 但有些因素, 如乳酸的代谢和糖原的合成则需要更长的恢复时间, 经测定发现鲇鱼乳酸恢复时间长达 8h 之久^[18]。因此尽管目前鱼类监测力竭运动后 VO_2 的时间多采用 30) 45min, 此时鱼体 VO_2 不再有显著的变化, 然而运动后 VO_2 完全恢复至静止状态可能需要更长的时间。

方程中的 b 值是鱼体运动后代谢上升的幅度, 可以作为鲇鱼运动恢复代谢范围的近似值, 而 $a + b$ 则代表鲇鱼的运动恢复过程的 VO_{2peak} 。一些研究发现鱼类力竭运动后的 VO_{2peak} 高于最大持续运动的 VO_2 (后者在哺乳动物和爬行动物能量学研究中广泛用于衡量动物的最大耗氧率 (VO_{2max}) 和代谢范围^[19, 20], 因此目前越来越多的研究以力竭运动取代临界游泳速度 (最大持续运动) 用于衡量鱼类的 VO_{2max} 和代谢范围^[21, 22]。我们曾以力竭运动后 EPOC 参数对鲇鱼的近源种南方鲇 (*Silurus meridionalis* Chen) 的 VO_{2max} 和代谢范围进行估算^[22, 23]。比较后发现, 鲇鱼的 VO_{2max} 和代谢范围均高于南方鲇的水平。

方程中的 c 值与耗氧下降的速度有关, 可将其称为耗氧率下降速率常数。 c 值越大, 运动后 VO_2 恢复得越快。因此 c 值是鱼类运动后代谢恢复过程重要指标, 反映了短期内鱼体的重复运动能力。

力竭性运动后过量耗氧数学模型的建立及相关参数的解析, 不仅便于对实验数据进行合理分析, 而且还有助于揭示动物生理反应的机制和比较不同动物及动物发育不同阶段的适应特征。

3.1.2 体重对鲇鱼力竭运动后 VO_2 的影响

鱼体运动后 VO_2 曲线高于稳定状态的面积为运

动后额外的耗氧量, 一定程度上反映机体无氧代谢的能力。本研究发现就单位体重 EPOC 面积而言, 最小体重组 ($< 20g$ 体重组) EPOC 面积最小 ($591.85mg O_2$), 即无氧代谢能力较低。早在 1989 年 Goolish 就提出小鱼无氧代谢能力较低^[24], 可能主要靠有氧代谢为游泳运动提供能量的假说, 本研究的鲇鱼实验结果支持这一假说。最近 Wakefield, et al^[12] 有关大西洋鲑 (*Salmo salar*) 稚鱼和幼鱼的代谢恢复研究也间接支持 Goolish 的观点。鱼类单位体重无氧代谢能力随体重增加而提高的生理、生化机制较为复杂: 首先可能由于循环、呼吸功能的体重效应造成有氧代谢能力的相对降低, 迫使鱼类有更高的无氧代谢能力以应对可能遭遇的环境逆境; 因此随着个体生长, 鱼类可能通过酸碱调节能力的增强^[8], 白肌相对比例提高和组织糖原含量上升^[12], 使无氧代谢能力相对提高。比较不同体重组力竭运动后恢复时间和 VO_2 的拟合方程, 可以发现较大的鲇鱼有氧代谢能力较低 (b 值较小), 代谢恢复较慢 (c 值较小); 不同体重组力竭运动后 EPOC 参数间的差异是鲇鱼代谢适应机制和状态的整体反应。

进一步分析研究结果, 可以发现 50) 100g 和 $> 100g$ 体重组的单位体重 EPOC 与 30) 50g 体重组相比稍有下降 (表 2)。这种大体重组实验鱼单位体重 EPOC 下降的现象, 直观分析可能与大鱼的有氧代谢能力较低 (b 值较小) 有关, 但很可能是由于拟合方程对大体重组的单位体重 EPOC 有较大偏低估计所致。根据测定结果计算, 由小到大 4 个体重组拟合方程的 a 值与各自 VO_{2rest} 的相对比例分别为: 126151%、135121%、143185% 和 150189%; 表明鲇鱼的体重越大, 代谢恢复的稳定状态 (a 值) 就越高高于其 VO_{2rest} 水平; 而代谢恢复的稳定状态越高, 通过积分对单位体重 EPOC (拟合曲线和 a 值围成的面积) 的估算值就会有更大负偏差。

通过对不同体重组力竭运动后鲇鱼 EPOC 各参数的分析, 本研究提示: 鱼类体重的增加可能会使有氧代谢适应性变化的程度降低, 而无氧代谢的能力却可能有较大提高。这种由体重引起的代谢类型的相对变化可能是鱼类在自然界长期适应性进化的结果。

参考文献:

- [1] Lee C G, Devlin R H, Farrell A P. Swimming performance, oxygen consumption and excess postexercise oxygen consumption in adult transgenic and ocean-ranched coho salmon [J]. Journal of Fish

- Biology, 2003, 62: 753) 766
- [2] Gaesser G A, Brooks G A. Metabolic bases of excess postexercise oxygen consumption: a review [J]. Medicine and Science in Sports and Exercise, 1984, 16: 29) 43
- [3] Hancock T V, Gleeson T T. Metabolic recovery in the desert iguana (*Dipsosaurus dorsalis*) following activities of varied intensity and duration [J]. Functional Ecology, 2002, 16: 40) 48
- [4] Wang J, Shi L, Yang D, et al. The effects of exercise intensity and duration on postexercise oxygen consumption [J]. Journal of Applied Psychology, 1999, 5: 43) 47 [王健, 史烈, 杨丹, 等. 运动强度和持续时间对运动后过氧耗量的影响. 应用心理学, 1999, 5: 43) 47]
- [5] Kieffer J D, Wakefield A M, Litvak M K. Juvenile sturgeon exhibit reduced physiological responses to exercise [J]. The Journal of Experimental Biology, 2001, 204: 4281) 4289
- [6] Kieffer J D. Limits to exhaustive exercise in fish [J]. Comparative Biochemistry Physiology, 2000, 126A: 161) 179
- [7] Milligan C L. Metabolic recovery from exhaustive exercise in rainbow trout [J]. Comparative Biochemistry Physiology, 1996, 113A: 51) 60
- [8] Ferguson P A, Kieffer J D, Tufts B L. The effects of body size on the acid-base and metabolite status in the white muscle of rainbow trout before and after exhaustive exercise [J]. The Journal of Experimental Biology, 1993, 180: 195) 207
- [9] Fu S J, Xie X J, Cao Z D. Effect of meal size on postprandial metabolic response in southern catfish (*Silurus meridionalis*) [J]. Comparative Biochemistry Physiology, 2005, 140A: 445) 451
- [10] Fu S J, Xie X J, Cao Z D. Effect of dietary composition on specific dynamic action in southern catfish, *Silurus meridionalis* [J]. Aquaculture Research, 2005, 36: 1384) 1390
- [11] Steffensen J F. Some errors in respirometry of aquatic breathers: how to avoid and correct for them [J]. Fish Physiology and Biochemistry, 1989, 6: 49) 59
- [12] Wakefield A M, Cunjak R A, Kieffer J D. Metabolic recovery in Atlantic salmon fry and parr following forced activity [J]. Journal of Fish Biology, 2004, 65: 920) 932
- [13] McFarlane W J, McDonald D G. Relating intramuscular fuel use to endurance in juvenile rainbow trout [J]. Physiological and Biochemical Zoology, 2002, 75: 250) 259
- [14] Gleeson T T. Postexercise lactate metabolism: a comparative review of sites, pathways, and regulation [J]. Annual Review Physiology, 1996, 58: 565) 581
- [15] Bahr R, Hansson T T, Sejersted O M. Triglyceride/fatty acid cycling is increased after exercise [J]. Metabolism, 1990, 39: 993) 999
- [16] Bahr R. Excess postexercise oxygen consumption: magnitude, mechanisms, and practical implications [J]. Acta Physiologica Scandinavica, 1992, 605 (Suppl.): 1) 70
- [17] Sainsby W N, Barclay J K. Exercise metabolism: O₂ deficit, steady level O₂ uptake and O₂ uptake for recovery [J]. Medicine and Science in Sports, 1970, 16: 177) 181
- [18] Li L, Cao Z D, Fu S J. Lactate, glycogen and glucose levels of juvenile Catfish (*Silurus asotus* Linnaeus) in response to exhaustive exercise [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2007, 31 (6): 880) 885 [李黎, 曹振东, 付世建. 力竭性运动后鲇鱼幼鱼乳酸、糖原和葡萄糖水平的变动. 水生生物学报, 2007, 31 (6): 880) 885]
- [19] Blaikie H B, Kerr S R. Effect of activity level on apparent heat increment in Atlantic cod, *Gadus morhua* [J]. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 1996, 53: 2093) 2099
- [20] Hunt von Herbing I, White L. The effects of body mass and feeding on metabolic rate in small juvenile Atlantic cod [J]. Journal of Fish Biology, 2002, 61: 945) 958
- [21] Cutts C J, Metcalfe N B, Taylor A C. Juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) with relatively high standard metabolic rates have small metabolic scopes [J]. Functional Ecology, 2002, 16: 73) 78
- [22] Fu S J, Xie X J, Cao Z D. Effect of fasting on standard metabolic rate and postprandial metabolic response in southern catfish (*Silurus meridionalis* Chen) [J]. Journal of Fish Biology, 2005, 67: 279) 285
- [23] Fu S J. Effect of nutritional status on postprandial metabolic response and energy budget in the southern catfish, *Silurus meridionalis*, Chen [D]. Thesis for Doctor of Science. Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan. 2004 [付世建. 营养水平对南方鲇摄食代谢及能量分配的影响. 博士学位论文. 中国科学院水生生物研究所, 武汉. 2004]
- [24] Goolish E M. The scaling of aerobic and anaerobic muscle power in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) [J]. Journal of Experimental Biology, 1989, 147: 493) 505

EXCESS POSTEXERCISE OXYGEN CONSUMPTION IN SILURUS ASOTUS LINNAEUS AND ITS RELATIONSHIP WITH BODY WEIGHT

PENG Jiang²Lan, CAO Zhen²Dong and FU Shi²Jian

(Laboratory of Evolutionary Physiology and Behaviour, Chongqing Key Laboratory of Animal Biology, Chongqing Normal University, Chongqing 400047)

Abstract: The elevated oxygen consumption following exhaustive exercise, termed / excess postexercise oxygen consumption (EPOC) can be used to assess the nonaerobic oxygen cost of exercise. To investigate the relationship between body weight and nonaerobic oxygen capacity, the effect of body weight (< 30 g, 30) 50 g, 50) 100 g and > 100 g) on EPOC was study in Chinese catfish (Silurus asotus Linnaeus) at 25℃ using a openflow respirometer designed by our laboratory. Resting oxygen consumption rates decreased significantly with the increase of body weight ($p < 0.05$) and the values were 3.32, 2.84, 2.60 and 2.26 mg O₂/min/kg for < 30 g, 30) 50 g, 50) 100 g and > 100 g body weight groups, respectively. The oxygen consumption was immediately increased to peak value at 2min after exhaustive exercise and slowly decreased to a stabilized level. Peak oxygen consumption rates decreased significantly with the increase of body weight ($p < 0.05$) and the values were 10.27, 9.16, 8.13 and 7.82 mg O₂/min/kg for < 30 g, 30) 50 g, 50) 100 g and > 100 g body size groups, respectively. The change of postexercise oxygen consumption rate could be described as $VO_2 = a + be^{-ct}$. Where - a could be considered as resting oxygen consumption, - b. as potential metabolic scope elicited by exhaustive exercise and - c. as a parameter for recovery rate of postexercise oxygen consumption rate. The equations were $VO_2 = 4.20 + 7.96e^{-0.133t}$ ($n = 21$, $R^2 = 0.922$, $p < 0.001$) for < 30g group, $VO_2 = 3.84 + 6.68e^{-0.094t}$ ($n = 15$, $R^2 = 0.902$, $p < 0.001$) for 30) 50g group, $VO_2 = 3.74 + 5.68e^{-0.089t}$ ($n = 16$, $R^2 = 0.774$, $p < 0.001$) for 50) 100g group and $VO_2 = 3.41 + 5.37e^{-0.080t}$ ($n = 7$, $R^2 = 0.803$, $p < 0.001$) for > 100g group. The values of - a, - b. and - c. all decreased with the increase of body weight, but the EPOC had an increased tendency with the increased of body weight and calculated EPOC by above equations were 59.85, 71.06, 63.82 和 67.13 mg O₂, respectively. The calculated recovery time were 5.21, 7.37, 7.79 and 8.66min for postexercise oxygen consumption rate returning to 50% preexercise level, 22.52, 31.87, 33.66 and 37.44min for postexercise oxygen consumption rate returning to 95% preexercise level and 34.63, 48.99, 51.74 and 57.56 for postexercise oxygen consumption rate returning to 99% preexercise level. It suggested that nonaerobic capacity might increase while aerobic capacity decrease with the increase of body weight by analyzing and comparing the parameters (a, b and c) of the mathematics model.

Key words: Excess postexercise oxygen consumption (EPOC); Exhaustive exercise; Silurus asotus Linnaeus