

文章编号: 1674-5566(2017)06-0818-10

DOI:10.12024/jsou.20170502065

异常型窄脊江豚的体型参数及肝脏组织学分析

仝云云^{1,2}, 唐 斌^{1,2}, 唐文乔^{1,2}, 张 亚^{1,2}, 宋小晶^{1,2}

(1. 海洋动物系统分类与进化上海高校重点实验室, 上海 201306; 2. 水产科学国家级实验教学示范中心, 上海海洋大学, 上海 201306)

摘 要: 对 2016 年 2 月在上海崇明岛水域发现的 1 头超重雌性窄脊江豚东亚亚种遗骸作了年龄鉴定, 并将体型参数、腹壁脂肪层及肝脏组织等与同龄的正常个体作了比较。分析显示, 该江豚为 2 龄, 体长 115.0 cm、体质量 29.9 kg、最大体围 86.2 cm、体质指数(BMI) 22.6 kg/m²、体围指数(BGI) 75.0% 和腹部脂肪层厚度 3.5~4.3 cm, 均明显大于同一水域的其他 8 头同龄个体。参照人类体质指数(BMI) 等判断肥胖的方法和标准, 发现该江豚已达到肥胖程度。实验样本的肝脏质量占体质量 3.3%, 肝脂肪含量高达 9.27% ± 1.67%, 脂肪占肝脏切面的体积也达 40.81% ± 2.09%, 分别是正常或对照样本的 1.4、2.63 和 1.75 倍。肉眼观察发现, 实验江豚的肝脏表面凹凸粗糙, 内部出现了短肌纤维束脂肪样的病变。石蜡切片显示, 低倍镜下有大量的嗜酸性粒细胞浸润; 高倍镜下轻度病变部位的肝细胞已发生了明显的空泡状病变, 高度病变部位仅可见完全坏死的肝细胞。研究表明, 该肥胖江豚已发生了严重的脂肪肝病, 并与体型参数、腹壁脂肪厚度存在着相关性, 这些发现对江豚的人工驯养和迁地保护具有积极的指导意义。

关键词: 窄脊江豚; 肥胖个体; 体型参数; 组织学; 脂肪肝

中图分类号: S 917 **文献标志码:** A

江豚(*Neophocaena*) 是一类小型齿鲸, 分布于波斯湾到印度-马来列岛和西太平洋周围的浅滩海岸以及中国、日本和韩国的近海水域, 我国的长江中下游也有分布^[1]。江豚包括 2 个种, 即印度-太平洋江豚(Indo-Pacific finless porpoise, *N. phocaenoides*) 和窄脊江豚(Narrow-ridged finless porpoise, *N. asiaorientalis*), 前者分布于南方水域, 后者则分布于北方水域, 两者分布以我国台湾海峡为界。窄脊江豚又分为长江亚种(*N. asiaorientalis asiaorientalis*) 和东亚亚种(*N. asiaorientalis sunameri*)^[1-2]。窄脊江豚东亚亚种在我国东海、黄海和渤海均有分布, 而长江亚种即长江江豚则分布在宜昌到长江河口水域^[3-5]。长江口位于长江与东海、黄海的交汇处, 是窄脊江豚两个亚种的重叠分布区, 也是江豚分布密度最高的水域之一^[3,6]。由于白鱘豚的功能性灭

绝, 窄脊江豚成为长江中唯一可见的鲸类物种^[7], 同时也是长江口目前仅有的定居型鲸类和生态保护的旗舰物种^[8]。其中长江江豚亚种作为江豚属唯一的淡水亚种, 在 2013 年被 IUCN 列为极危等级^[9], 是长江生态保护的旗舰物种。

我国学者已对江豚的基础生物学做过详细研究^[4,10-11], 对其形态学也有较系统的观察^[11-16], 有关疾病和健康状况的研究也有一些研究报道^[17-21]。最近笔者在从事长江口江豚资源调查及其优先保护区的研究过程中, 发现了 1 头体型特别肥硕的雌性江豚遗骸。经体型参数测量和比对、以及肝脏组织结构分析, 认为这是一头外形肥胖、肝脏有病变的异常个体。本文报道了各类体型参数和肝脏的组织结构, 旨在为长江江豚的保护提供病理学资料。

收稿日期: 2017-05-19 修回日期: 2017-09-24

基金项目: 农业部渔业种质资源保护项目(316 豚类保护行动)

作者简介: 仝云云(1990—), 女, 硕士研究生, 研究方向为保护生物学。E-mail: yunyun_t@163.com

通信作者: 唐文乔, E-mail: wqtang@shou.edu.cn

1 材料与方法

1.1 实验材料

于2016年2月25日在上海崇明岛附近(31°02′22.05″N,122°04′56.21″E)发现一头雌性窄脊江豚东亚亚种遗骸。初步观察发现,此江豚遗骸体表光滑完整,未见明显伤痕,但体型肥硕,腹部尤其突出,疑似死后不久的成年个体。在实验室往体内注射12%福尔马林溶液,以固定内部器官组织,后用10%的福尔马林溶液作整体浸泡固定。并于2012—2016年间在长江口水域收集、并用相同方法保存的其他窄脊江豚东亚亚种个体进行比较。

1.2 实验方法

1.2.1 年龄鉴定

用牙齿磨片法鉴定年龄:洗净齿根周围的腐肉,将牙齿横置放在800目砂纸上,用手加压沿同一方向将一侧磨薄至牙齿中心面附近;同样方法将另一面平行研磨,至约500 μm的薄片。然后用5000目砂纸进行两侧精磨,抛光直至厚度到约150 μm的半透明状。选用轮纹清晰的牙齿纵磨片,在Zeiss Stereo Discovery V12解剖镜下观察齿的生长层,拍照并计数。依据张先锋指出的年龄标记确定年龄^[22]。

1.2.2 体质指数和体围指数

用钢卷尺测量实验样本的体长、体围等参数(精确到0.1 cm),用磅秤称量体质量(精确到0.1 kg),用电子秤称量器官(精确到0.1 g)和组织(精确到0.01 g)的质量。参考人体的体质指数(Body mass index, BMI)和体围指数(Body girth index, BGI)衡量江豚的胖瘦程度。公式为:体质指数(BMI, kg/m²) = 体重(kg)/体长²(m²),体围指数(BGI, %) = 最大体围(cm)/体长(m)。体长是指从江豚吻部到尾部缺刻的直线距离,最大体围是指江豚背部疣粒区起始端以上胸鳍以下所测量到的体围最大值(图1)。利用SPSS 17.0软件,对实验数据进行单因素方差分析(One-way ANOVA),差异显著时再进行Duncan氏多重比较。

1.2.3 组织取样

用腹壁的脂肪层厚度作为体脂含量和结构差异的指标,用肝脏的脂肪含量和组织结构的变化作为是否患脂肪肝的指症。

胸腹部的脂肪层厚度,测量点为鳍肢腋下、最大体围处和脐部(图1)3个点。样本的组织器官采用边解冻边分离的方法进行解剖取样,肝脏组织的取样点为肝左叶中心处(图版I-7,8)。取出的小块肝脏样本分为两份,一份用于脂肪含量的测定,一份用于组织切片的分析。

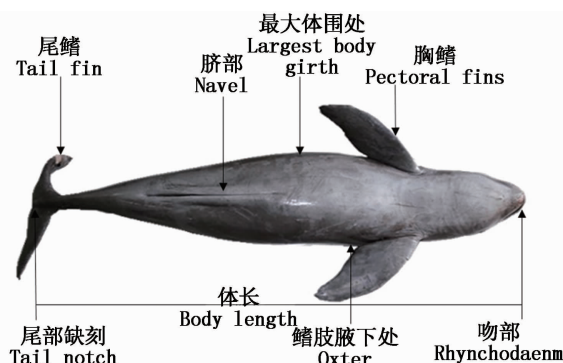


图1 窄脊江豚外部形态(腹面观)

Fig. 1 External morphology of narrow-ridged finless porpoise (ventral)

1.2.4 脂肪含量测定

用氯仿甲醇法测定脂肪含量^[23-25],用Image J软件分析脂肪组织占肝脏切面的体积比例。脂肪含量的质量比 = 脱脂后脂肪含量/所取肝脏样品的湿重 × 100%, 体积比 = 脂肪组织面积/所测量的肝脏切面的总面积 × 100%。

1.2.5 石蜡切片制作

按常用病理方法取材,用眼科剪将所取组织剪切成厚0.2~0.3 cm、面积1 cm × 1 cm左右的小块,放入装有波恩氏液的10 mL离心管中,4 °C冰箱中过夜,固定12~24 h。使细胞内的蛋白质、脂肪、糖、酶等成分转变为不溶性物质,以保持原有的结构形态。切片制作的基本步骤如下:(1)波恩氏液固定组织块过夜;(2)修整组织块,用低于50%的乙醇液洗涤,洗掉多余固定液;(3)用不同浓度梯度的乙醇液对组织块进行脱水,二甲苯透明;(4)组织块浸蜡3次,每次1 h;(5)用熔点54~58 °C的石蜡作包埋剂对组织块进行包埋;(6)用KD2258石蜡切片机进行石蜡切片,切片厚度6 μm;(7)水化、HE染色、脱水、透明、封片后观察。

2 结果

2.1 年龄

江豚为同型齿,所有齿的长度和大小基本一

致。齿外观呈香蕉型,分齿冠、齿颈和齿根 3 个部分(图版 I-1)。在透射光下观察,磨片外缘为白色的牙骨质(Cementum),内缘为浅米黄色的齿质层(Dentine)。齿冠上端的齿质部分具有一条几乎透明的婴儿线(Neonatal line),把牙齿齿质分成先天牙齿齿质(Prenatal dentine)和后生牙齿齿质(Postnatal dentine)。先天牙齿齿质内的纹层不易辨认,后生牙齿齿质内的纹层较清晰,由许多可透光的透光带(Translucent zone)和不易透光的遮光带(Opaque zone)组成。透光带为亮色,遮光带为暗色。一条透光带和一条遮光带组成一个生长层组(Growth layer group, GLG),两者组成一个年轮标志^[21]。磨片中央为髓腔(Pulp cavity)(图版 I-2)。经鉴定,本头江豚遗骸的年龄为 2

龄。

2.2 体质指数和体围指数

测定的 8 头 2 龄对照个体的平均体长 103.4 cm、平均体质量 18.7 kg、平均最大体围 69.6 cm、平均体质指数(BMI) 17.3 kg/m² 和平均体围指数(BGI) 67.4%。其中前 4 个指数都是雄性略高于雌性,而体围指数则雌性要高于雄性,但单因素方差分析没有显示这些参数在雌性和雄性个体间有显著性差异($P > 0.05$)。实验样本的体长达 115.0 cm、体质量 29.9 kg、最大体围 86.2 cm,不论是体长、体质量和最大体围的绝对值,还是体质指数和体围指数,都要显著大于相同水域的其他 8 头同龄个体(表 1)。

表 1 2 龄窄脊江豚实验个体与对照组的胖瘦程度比较

Tab. 1 Fatness contrast of controls and experimental individual in narrow-ridged finless porpoise

样本类型 Samples type	个体数 Individuals	体长/cm Body length	体质量/kg Body weight	最大体围/cm Largest body girth	体质指数/(kg/m ²) BMI	体围指数/% BGI
对照(♂)Controls	4	92.0	12.5	58.0	14.8	63.0
		111.8	25.0	75.2	20.0	67.3
		110.0	20.9	74.3	17.3	67.5
		110.0	22.7	75.0	18.7	68.2
		106.0 ± 9.3	20.3 ± 5.4	70.6 ± 8.4	17.7 ± 2.2	66.5 ± 2.3
对照(♀)Controls	4	99.2	15.5	64.8	15.8	65.3
		90.4	13.5	67.5	16.5	74.7
		105.8	23.7	75.0	21.2	70.9
		108.0	16.2	67.0	13.9	62.0
		100.9 ± 7.9	17.2 ± 4.5	68.6 ± 4.4	16.8 ± 3.1	68.2 ± 5.6
对照 Controls	8	103.4 ± 8.5	18.7 ± 4.9	69.6 ± 6.3	17.3 ± 2.5	67.4 ± 4.1
实验(♀) Experimental	1	115.0	29.9	86.2	22.6	75.0

江豚一般在 4 龄时性成熟,其外形特征会随着年龄的增长而有明显变化。如果将 1~3 龄作为未成年期,4~8 龄为成年期,9~14 龄为中老年期,那么于 2012—2016 年间在长江口水域收集的其他 48 头窄脊江豚遗骸的测量结果见表 2。

可见,除了体围指数,其他指标都是幼年期要小于成年期和中老年期。所分析的实验个体虽然生理期处于幼年期,但体质指数和体围指数都大于成年期和中老年期的平均值,最大体围也超过成年期的平均值。

表 2 长江口窄脊江豚体型参数随年龄增长的变化情况

Tab. 2 Variety of somatotype parameters with age in narrow-ridged finless porpoise

年龄段 Age stage	体长/cm Body length	最大体围/cm Largest body girth	体质量/kg Body weight	体质指数/(kg/m ²) BMI	体围指数/% BGI
1~3	110.4 ± 15.6	77.2 ± 13.7	22.6 ± 7.6	17.9 ± 3.2	70.0 ± 6.7
4~8	132.6 ± 19.4	85.0 ± 9.9	36.8 ± 15.3	20.1 ± 2.3	64.5 ± 3.6
9~14	139.0 ± 6.3	98.7 ± 33.1	38.6 ± 10.2	20.2 ± 6.3	70.7 ± 22.0

2.3 腹部脂肪层结构与厚度

对其他 4 头 2 龄雌性个体的胸腹部皮脂的测量显示,鳍肢腋下、最大体围处和脐部的脂肪层厚度分别为 (2.0 ± 0.3) cm、 (2.1 ± 0.3) cm 和 (2.1 ± 0.3) cm。实验个体在这 3 个测量点处的脂肪层厚度分别为 3.5 cm、4.3 cm 和 3.8 cm,极其明显地超过了对照个体。在成年江豚中也很少发现脂肪层厚度大于 3.0 cm 的个体。

除了腹部脂肪厚度极度增厚之外,脂肪层的结构也有差异。解剖的其他江豚腹部仅有一个脂肪层,没有其他组织夹杂其中(图版 I-3)。而实验个体的腹部脂肪层内侧还夹着一层明显的肌肉层,将脂肪组织隔成肉眼可见的 2 层。靠近表皮的外侧脂肪层厚度约为 3.0 cm,靠近腹腔的内侧脂肪层厚度约为 1.0 cm(图版 I-4)。

2.4 肝脏组织的变化

江豚的肝脏位于胃的腹面,其前方为横膈膜的拱顶。肝脏的分叶模式为左右分叶,右叶比左叶略大(图版 I-5,6)。实验样本的肝脏右叶长 15.5 cm、宽 11.5 cm,左叶长 13 cm、宽 10.5 cm。肝脏质量为 1.0 kg,占体质量的 3.3%。同期解剖的另外一头雌性 2 龄江豚个体体质量 16.2 kg,肝脏质量 0.4 kg,占体质量的 2.5%。氯仿甲酯法测定的实验样本肝脏脂肪含量 $9.27\% \pm 1.67\%$,而对照样本肝脏脂肪含量仅 $3.52\% \pm 0.55\%$ 。

肉眼观察发现,江豚的正常肝脏表面光滑平整,呈现出棕褐色(图版 I-7)。福尔马林和乙醇处理后颜色略微加深,内部结构致密。实验样本的肝脏表面有凹凸的粗糙感,呈乳白色,内部结构疏松杂乱,可见较短的肌纤维束(图版 I-8),可初步推测发生了肝脂肪样病变。

40 倍镜下的石蜡切片显示,对照样本肝脏组织中可见呈多边形排列的肝细胞(即肝小叶),小叶中央是中央静脉(黑色三角),门管区(黑色箭头)位于小叶之间(图版 II-1)。实验样本肝脏组织中可见肝细胞间距变大,胞质淡染,肝细胞周围结缔组织增生(黑色箭头),大量嗜酸性粒细胞浸润(图版 II-2)。

继续在 100 倍镜下观察,可较清晰地观察到对照样本肝脏组织的肝细胞呈多边形的外部轮廓(图版 II-3),其胞浆嗜酸性,大部分肝细胞都紧密排列,其间有一定量的结缔组织存在(黑色

箭头)。实验样本肝脏组织切片(图版 II-4)中有明显的肝细胞水泡状变性(黑色三角),其胞浆有大小不一的空泡,较小的空泡汇聚呈网状(白色箭头),较大的空泡融合呈气球样变(黑色箭头)。100 倍镜下,Image J 软件所得的脂肪占肝脏切面的体积比,对照样本为 $23.35\% \pm 1.27\%$,实验样本则高达 $40.81\% \pm 2.09\%$ 。

400 倍镜下观察实验样本的肝脏石蜡切片,显示不同区域的病变程度有差异。轻度病变部位的组织切片中还依稀可见部分肝细胞轮廓(图版 II-5),但细胞与细胞之间的界限已很模糊,部分肝细胞已经坏死,不见细胞轮廓且肝板消失(黑色三角)。细胞核占细胞比例变大(白色箭头),同时肝细胞发生了空泡状病变(黑色箭头)。在高度病变部位的组织切片中,已看不到正常的肝脏组织结构,只见完全坏死的肝细胞(图版 II-6)。细胞轮廓已经完全消失,肝细胞表现出点状坏死(黑色箭头)和碎屑状坏死(白色箭头),有大量的炎细胞浸润(黑色三角)。

3 讨论

3.1 肥胖及异常脂肪层分析

肥胖是指由于食物摄入过多或机体代谢改变,导致体内脂肪积聚过多而体质量明显超标的一种状态,可引起病理或生理的改变。在人类自身或人类饲养的动物中,肥胖是一种普遍现象,但对野生动物的肥胖现象却很少有报道。

有多个标准用于判断人体的肥胖程度,如体质指数(BMI)法、腰围臀围比、皮褶厚度法、标准体重法、体脂率法及生物电阻抗法等^[26],BMI 是普遍被采用的指标。但不同地区的肥胖标准并不相同,如欧美人群 $BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$ 为肥胖,亚洲人群 $BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$ 为肥胖,我国成人 $BMI 18.5 \sim 23.9$ (平均 21.2) kg/m^2 为正常、 $\geq 28 \text{ kg/m}^2$ 为肥胖^[26]。本文套用人体 BMI 计算方法,获得的 8 头对照个体 BMI 为 $(17.3 \pm 2.5) \text{ kg/m}^2$,实验个体的 BMI 为 22.6 kg/m^2 。如果参照人体肥胖与正常 BMI 的比值 1.3 倍判断,该实验江豚也已经达到肥胖的程度。另外,实验个体在体长和体围指数上(表 1)比同龄对照组分别大 11.2% 和 11.3%,体质量和最大体围上更要分别大 59.9% 和 23.9%,是一个名副其实的“小胖子”。

从胸腹部的皮脂沉积看,实验个体在腋下、

最大体围和脐部的脂肪层厚度分别比对照组大75.0%、105.0%、81.0%，体内脂肪积聚明显过多。至于实验个体腹部脂肪层内夹着的一层肌肉层是由大量的脂肪积累造成，还是由于遗传因素引起的，还需要进一步分析。

食物摄入过多、营养摄入比例不当、不良饮食习惯和生活方式等都是造成人类肥胖的重要原因^[27]。近年来，由于长江口渔业资源不足和环境质量的明显下降，江豚食物可能出现短缺^[21]。但实验样本却表现出过度的肥胖现象，这也是需要进一步分析的有趣问题。

3.2 肝脏病变分析

肝脏是体内最大的腺体，胆囊是储存和浓缩胆汁的场所，但本文解剖的江豚样本并未发现胆囊。大多数哺乳动物的肝由腹侧缘的裂隙分为4个叶，即肝左叶、肝右叶、肝尾状叶和肝方叶，脊柱活动性大的凶猛动物一般比活动性小的食草动物有更多的肝脏分叶^[28]。江豚肝脏的分叶模式为左右分叶^[13]，肝门在肝右叶的背下方，下腔静脉与肝紧贴但并不穿过肝的实质(图版 I-7, 8)。肝小叶是肝脏的基本结构单位，也是肉眼可见的肝实质最小单位。江豚的肝小叶分界不清，多边形的结构也并不是十分清楚。

肝脏质量占体质量的比例，同一物种的不同个体间会有一定程度的变化，如犬占3%~4%、猪占2%~3%，食草动物占1%~1.5%^[29]，成年人占2%~2.5%，江豚的平均值为2.4%^[13]。本实验样本的肝脏质量占体质量的3.3%，高出江豚平均值的37.5%，明显发生了肿大。

在人体的脂肪肝病例中，一般脂肪含量超过肝质量的5%以上即可断定发生了脂肪肝病变^[29]。本实验样本的肝脂肪含量达9.27%±1.67%，是对照样本肝脂肪含量3.52%±0.55%的2.63倍，也可断定发生了脂肪肝病变。肉眼观察确实发现，肝脏表面凹凸粗糙、内部结构疏松杂乱，出现了短肌纤维束的脂肪样病变(图版 I-8)。石蜡切片进一步显示，实验样本肝细胞周围结缔组织增生，有大量嗜酸性粒细胞浸润(图版 II-2)。

肝细胞是脂肪代谢的重要场所，常发生脂肪变。人体30%~50%的肝细胞脂肪变者为轻度脂肪肝，50%~75%为中度脂肪肝。本文实验样本肝脏组织切片中有明显的肝细胞水泡状变性

(图版 II-4)，脂肪占肝脏切面的体积已高达40.81%±2.09%，是对照样本的1.75倍。对照人体的脂肪肝判断标准，总体上已达到轻度病变程度。进一步分析显示，不同区域的病变程度有差异。轻度病变部位还依稀可见部分肝细胞轮廓，但肝细胞已发生了明显的空泡状病变(图版 II-5)。高度病变部位已看不到正常的肝脏组织结构，只见完全坏死的肝细胞(图版 II-6)。

结合以上的数据分析，笔者认为这头肥胖江豚样本已经发生了较严重的脂肪肝病变。江豚的体型参数、腹壁脂肪厚度与脂肪肝病变存在着明显的相关性，这一发现对江豚的人工驯养和迁地保护具有一定的指导意义。

赵振官实验师在江豚遗骸收集和解剖过程中提供极大帮助，特此致谢!

参考文献:

- [1] JEFFERSON T A, WANG J Y. Revision of the taxonomy of finless porpoises (genus *Neophocaena*): the existence of two species[J]. *Journal of Marine Animals and Their Ecology*, 2011, 4(1): 3-16.
- [2] WANG J Y, FRASIER T R, YANG S C, et al. Detecting recent speciation events: the case of the finless porpoise (genus *Neophocaena*) [J]. *Heredity*, 2008, 101(2): 145-155.
- [3] 张先锋, 刘仁俊, 赵庆中, 等. 长江中下游江豚种群现状评价[J]. *兽类学报*, 1993, 13(4): 260-270.
ZHANG X F, LIU R J, ZHAO Q Z, et al. The population of finless porpoise in the middle and lower reaches of Yangtze River [J]. *Acta Theriologica Sinica*, 1993, 13(4): 260-270.
- [4] 郝玉江, 王丁, 张先锋. 长江江豚繁殖生物学研究概述 [J]. *兽类学报*, 2006, 26(2): 191-200.
HAO Y J, WANG D, ZHANG X F. Review on breeding biology of Yangtze finless porpoise (*Neophocaena phocaenoides asiaorientalis*) [J]. *Acta Theriologica Sinica*, 2006, 26(2): 191-200.
- [5] 梅志刚, 郝玉江, 郑劲松, 等. 长江江豚种群衰退机理研究进展 [J]. *生命科学*, 2011, 23(5): 519-524.
MEI Z G, HAO Y J, ZHENG J S, et al. Research progress on population decline mechanism of the endangered Yangtze finless porpoise [J]. *Chinese Bulletin of Life Sciences*, 2011, 23(5): 519-524.
- [6] 姚思聪, 樊明宁, 唐文乔, 等. 长江河口区江豚种群调查 [J]. *动物学杂志*, 2014, 49(2): 145-153.
YAO S C, FAN M N, TANG W Q, et al. Survey on population size of finless porpoise (*Neophocaena*

- asiaorientalis) in the estuary of Yangtze River[J]. Chinese Journal of Zoology, 2014, 49(2): 145-153.
- [7] GUO J. Wildlife conservation: river dolphins down for the count, and perhaps out[J]. Science, 2006, 314(5807): 1860.
- [8] 唐文乔. 长江口附近水生哺乳动物的记录[M]//陈家宽. 上海九段沙湿地自然保护区科学考察集. 北京: 科学出版社, 2003.
- TANG W Q. Aquatic mammal records near the Yangtze river estuary [M]//CHEN J K. Scientific Investigation of the Jiuduansha Wetland Nature Reserve. Beijing: Science Press, 2003.
- [9] TAYLOR B L, SLOOTEN E. The IUCN red list of threatened species (*Neophocaena asiaorientalis*) 2013 [EB/OL]. <http://www.iucnredlist.org>.
- [10] 王丁, 赵庆中, 王克雄, 等. 长江圈养和饲养池中江豚行为的几点观察[J]. 水生生物学报, 1997, 21(4): 306-311.
- WANG D, ZHAO Q Z, WANG K X, et al. Observations on behaviors of the Changjiang finless porpoise in a net circle in river and in pools[J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 1997, 21(4): 306-311.
- [11] 于道平, 蒋文华, 糜励. 半自然水域中长江江豚食性与摄食行为的初步观察[J]. 兽类学报, 2003, 23(3): 198-202.
- YU D P, JIANG W H, MI L. Preliminary observations on feeding behavior of finless porpoises in a semi-nature reserve of Yangtze River [J]. Acta Theriologica Sinica, 2003, 23(3): 198-202.
- [12] 李悦民, 钱伟娟, 沈浩宁, 等. 江豚 (*Neophocaena asiaorientalis*) 的消化器官 I. 舌、食管、胃[J]. 兽类学报, 1984, 4(4): 257-264.
- LI Y M, QIAN W J, SHEN H N, et al. The digestive organs of the finless porpoise (*Neophocaena asiaorientalis*) I. tongue, oesophagus and stomach[J]. Acta Theriologica Sinica, 1984, 4(4): 257-264.
- [13] 钱伟娟, 李悦民, 杜兰芳, 等. 江豚 (*Neophocaena asiaorientalis*) 的消化器官 II. 肠、肝、胰[J]. 兽类学报, 1985, 5(1): 1-9.
- QIAN W J, LI Y M, DU L F, et al. The digestive organs of the finless porpoise (*Neophocaena asiaorientalis*) II. intestines, liver and pancreas[J]. Acta Theriologica Sinica, 1985, 5(1): 1-9.
- [14] 钱伟娟. 江豚气管和肺的解剖学与组织学研究[J]. 兽类学报, 1986, 6(3): 183-189.
- QIAN W J. Study on the anatomy and histology of trachea and lung of *Neophocaena asiaorientalis* [J]. Acta Theriologica Sinica, 1986, 6(3): 183-189.
- [15] 王广洁, 宋光泽, 董金海. 江豚食道和胃解剖及组织学的研究[J]. 海洋科学, 1985, 9(3): 41-44.
- WANG G J, SONG G Z, DONG J H. The anatomy and histology of oesophagus and stomach of *Neophocaena phocaenoides* [J]. Marine Sciences, 1985, 9(3): 41-44.
- [16] 宋光泽, 王广洁, 董金海. 江豚呼吸系统形态解剖和组织学的初步研究[J]. 海洋与湖沼, 1986, 17(3): 228-234, 266-268.
- SONG G Z, WANG G J, DONG J H. A preliminary study on morphological anatomy and histology of respiratory system of *Neophocaena phocaenoides* [J]. Oceanologia et Limnologia Sinica, 1986, 17(3): 228-234, 266-268.
- [17] 赵庆忠. 白鱀豚和长江江豚消化道常见疾病的诊断与治疗[J]. 兽类学报, 2002, 22(3): 237-240.
- ZHAO Q Z. The diagnosis and treatment for the common diseases of the alimentary canal in *Lipotes vexillifer* and *Neophocaena phocaenoides asiaorientalis* [J]. Acta Theriologica Sinica, 2002, 22(3): 237-240.
- [18] 于道平, 蒋文华, 董明刚, 等. 长江江豚野外健康状况的调查[J]. 动物学杂志, 2002, 37(5): 70-73.
- YU D P, JIANG W H, DONG M L, et al. Investigation of health status of Yangtze finless porpoise in the field [J]. Chinese Journal of Zoology, 2002, 37(5): 70-73.
- [19] 于道平, 糜励, 蒋文华, 等. 长江江豚慢性皮肤炎症的初报[J]. 浙江海洋学院学报(自然科学版), 2005, 24(4): 335-338.
- YU D P, MI L, JIANG W H, et al. First report on chronic epidermal inflammation of Yangtze finless porpoise [J]. Journal of Zhejiang Ocean University (Natural Science), 2005, 24(4): 335-338.
- [20] 魏凯, 郭弘艺, 田芝清, 等. 长江口两头江豚遗骸的年龄及死因分析[J]. 上海海洋大学学报, 2009, 18(1): 111-114.
- WEI K, GUO H Y, TIAN Z Q, et al. Age and cause of death for two remains of finless porpoise (*Neophocaena phocaenoides asiaorientalis*) found at the estuary of the Yangtze River [J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2009, 18(1): 111-114.
- [21] 樊明宁, 张亚, 唐文乔, 等. 长江江豚一例腹壁肌间巨型囊肿的组织学分析[J]. 水生生物学报, 2016, 40(1): 198-202.
- FAN M N, ZHANG Y, TANG W Q, et al. Histological analysis of a giant cyst in abdominal muscle of a finless porpoises at the Yangtze River estuary [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2016, 40(1): 198-202.
- [22] 张先锋. 江豚的年龄鉴定、生长和生殖的研究[J]. 水生生物学报, 1992, 16(4): 289-298.
- ZHANG X F. Studies on the age determination, growth and reproduction of finless porpoise *neophocaena phoc aenoides* [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 1992, 16(4): 289-298.
- [23] LAMBERT P, DEHNEL P A. Seasonal variations in biochemical composition during the reproductive cycle of the intertidal gastropod *Thais lamellosa* Gmelin (Gastropoda, Prosobranchia) [J]. Canadian Journal of Zoology, 1974, 52(3): 305-318.
- [24] 王少梅, 陈少莲, 崔奕波. 用氯仿-甲醇抽提法测定鱼体

- 脂肪含量的研究[J]. 水生生物学报, 1993, 17(2): 193-196.
- WANG S M, CHEN S L, CUI Y B. On the procedures of chloroform-methanol extraction for the determination of lipid content of fish samples [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 1993, 17(2): 193-196.
- [25] 高艳, 吴永红, 张成岗. 整合平均光密度和面积比两种参数用于显微图像定量分析的初步研究[J]. 军事医学, 2009, 33(5): 405-408.
- GAO Y, WU Y H, ZHANG C G. Quantitative analysis of micrographs using integration of mean optical density and total per area [J]. Bulletin of the Academy of Military Medical Sciences, 2009, 33(5): 405-408.
- [26] 陈晓云, 杨庚明. 肥胖测量方法的评估及治疗现状[J]. 医学综述, 2003, 9(4): 234-236.
- CHEN X Y, YANG G M. Evaluation and treatment of obesity measurement methods [J]. Medical Recapitulate, 2003, 9(4): 234-236.
- [27] 江崇民. 中国城镇居民身体脂肪的分布特征及体脂率推算方法的研究[D]. 北京: 北京体育大学, 2006.
- JIANG C M. Study on the distribution characteristics of body fat and the calculation method of body fat rate in Chinese urban residents [D]. Beijing: Beijing Sport University, 2006.
- [28] 柯尼希 H E, 利比希 H G. 家畜兽医解剖学教程与彩色图谱[M]. 陈耀星, 刘为民, 译. 北京: 中国农业大学出版社, 2009: 356-357.
- KONING H E, LIEBICH H G. Veterinary anatomy of domestic mammals: textbook and colour atlas [M]. CHEN Y X, LIU W M, trans. Beijing: China Agricultural University Publishers, 2009: 356-357.
- [29] 杜艳君. 298 例脂肪肝患者临床病例分析[D]. 长春: 吉林大学, 2004.
- DU Y J. Analysis of clinical case of 298 patients with fatty liver [D]. Changchun: Jilin University, 2004.

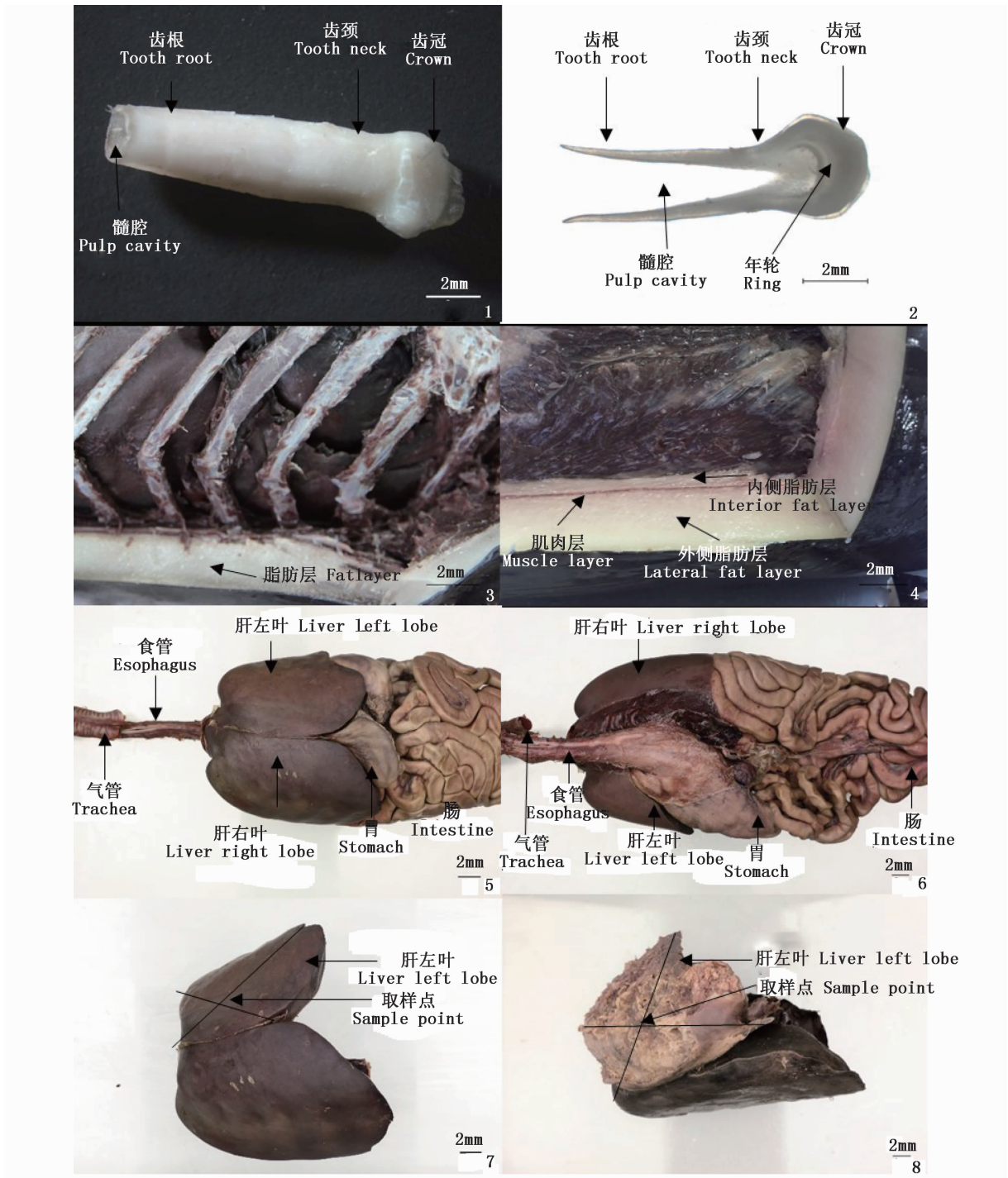
Analysis of somatotype parameters and liver histology of an abnormal finless porpoise at the Yangtze River Estuary

TONG Yunyun^{1,2}, TANG Bin^{1,2}, TANG Wenqiao^{1,2}, ZHANG Ya^{1,2}, SONG Xiaojing^{1,2}

(1. Shanghai Universities Key Laboratory of Marine Animal Taxonomy and Evolution, Shanghai 201306, China; 2. National Demonstration Center for Experimental Fisheries Science Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

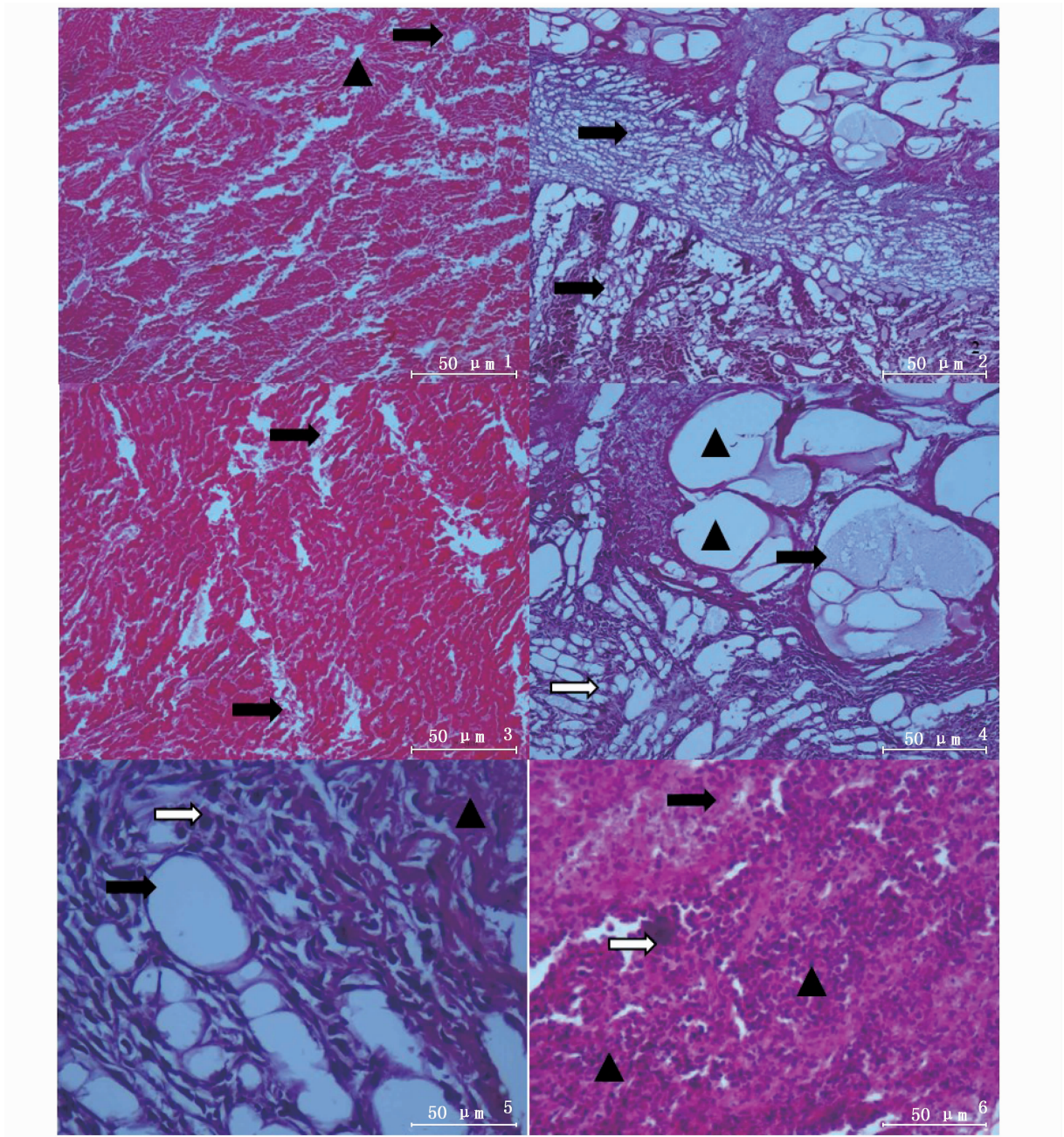
Abstract: In this paper, we determined the age of an overweight female narrow-ridged finless porpoise *Neophocaena asiaeorientalis sunameri* remains which was found in February 2016 in Shanghai Chongming Island, then compared its somatotype parameters, thickness of the abdomen fat and liver tissue with normal individuals of the same age. The analysis shows that the *N. asiaeorientalis sunameri* is two years old, its body length is 115.0 cm, body weight is 29.9 kg, the largest body girth is 86.2 cm, body mass index (BMI) is 22.6 kg/m², body girth index (BGI) is 75.0%, thickness of the abdomen fat is 3.5-4.3 cm, all of these parameters are significantly higher than other eight remains in the same estuary. Based on the methodologies and criteria of judging obesity in humans, such as the BMI, a common measure of obesity, we found that this *N. asiaeorientalis sunameri* is obese. The liver weight of the experimental sample is about 3.3% of the body weight, fat fraction in liver reaches up to 9.27% ± 1.67%, fat accounts for the liver section also reaches 40.81% ± 2.09%. Separately, each percentage is significantly higher than normal or control individuals, the multiples are 1.4 times, 2.63 times and 1.75 times in sequence. In our ocular inspection, the liver surface of experimental sample is rough, it reveals intenal lesions with short myofiber and hepatic steatosis. Paraffin sections show that the mass eosinophil infiltration in the tissue in low-power scan; At high magnification, the hepatocyte in mild lesion area occurs to obvious pathological cavitation, only completely necrotic hepatocyte can be seen in highly pathological change area. Research indicated that this obesity *N. asiaeorientalis sunameri* has evolved serious adiposis hepatica which was correlated to its somatotype parameters and thickness of the abdomen fat. These findings have a certain guiding significance for finless porpoise's domestication and ex situ conservation.

Key words: *Neophocaena asiaeorientalis sunameri*; obese individuals; somatotype parameter; histology; fatty liver



图版 I 窄脊江豚异常个体与正常个体体壁脂肪层及肝脏外观的比较
 Plate I Comparison of abdominal fat layer and liver extrinsic feature between abnormal and normal Narrow-ridged finless porpoise

1. 自然光下的江豚牙齿; 2. 透射光下的牙齿生长层组; 3. 对照个体的腹部脂肪层; 4. 实验个体的腹部脂肪层; 5. 肝脏在体内的位置(腹面观); 6. 肝脏在体内的位置(背面观); 7. 对照个体的肝脏; 8. 实验个体的肝脏
 1. Tooth under natural light of *N. asiaeorientalis*; 2. Growth layer of teeth under transmission light; 3. Abdominal fat layer of controls; 4. Abdominal fat layer of experimental individual; 5. Location of liver in vivo (ventral); 6. Location of liver in vivo (back); 7. Liver of controls; 8. Liver of experimental individual



图版 II 窄脊江豚异常个体与正常个体的肝脏组织学比较

Plate II Comparison of liver histology between abnormal and normal Narrow-ridged finless

1. 对照个体的肝脏组织切片, HE ×40 (黑色三角: 中央静脉; 黑色箭头: 门管区); 2. 实验个体的肝脏组织切片, HE ×40 (黑色箭头: 结缔组织增生); 3. 对照个体的肝脏组织切片, HE ×100 (黑色箭头: 少量结缔组织); 4. 实验个体的肝脏组织切片, HE ×100 (黑色三角: 肝细胞水泡状变性; 黑色箭头: 空泡融合呈气球样变; 白色箭头: 空泡汇聚呈网状); 5. 实验个体的病变部位组织切片, HE ×400 (黑色三角: 肝板消失; 黑色箭头: 空泡状病变; 白色箭头: 细胞核比例变大); 6. 实验个体的严重病变部位肝脏组织切片, HE ×400 (黑色三角: 炎细胞浸润; 黑色箭头: 点状坏死; 白色箭头: 碎屑状坏死)

1. The paraffin section of control liver, HE ×40 (Black triangle: central veins; Black arrow: portal); 2. The paraffin section of study liver, HE ×40 (Black arrow: hyperplasia of connective tissues); 3. The paraffin section of control liver, HE ×100 (Black triangle: connective tissues); 4. The paraffin section of study liver, HE ×100 (Black triangle: hepatocyte blister-like degeneration; Black arrow: cavitation fuse to ballooning degeneration; White arrow: cavitation fuse to net); 5. The paraffin section of study liver's pathological position, HE ×400 (Black triangle: hepatic plate disappear; Black arrow: cavitation pathological; White arrow: increasing ratio of nuclear); 6. The paraffin section of study liver's severe pathological position, HE ×400 (Black triangle: inflammatory cell infiltration; Black arrow: spotty necrosis; White arrow: fragmental necrosis)