

MSCT 在莽山烙铁头研究中的应用

王志强^{①③} 陈远辉^② 李涛^{①③} 朱晟^③ 唐炉生^{①③} 吴长华^④

① 湘南学院医学影像与检验学院 郴州 423000; ② 莽山烙铁头研究所 宜章 424200; ③ 湘南学院附属医院放射科 郴州 423000; ④ 郴州市第三人民医院放射科 郴州 423000

摘要: 利用多层螺旋计算机断层摄影 (MSCT) 扫描莽山烙铁头 (*Trimeresurus mangshanensis*), 通过重建显示蛇的各部分解剖结构, 来探讨 MSCT 在保护濒危动物莽山烙铁头的应用价值。对 3 条莽山烙铁头进行 CT 扫描, 扫描完毕重建出蛇的二维、三维图像, 并分别显示其体表、骨骼、内脏等细节, MSCT 能够对蛇的解剖、生境状况、疾病的诊断等方面进行研究和评价, 也为蛇类等动物的研究提供新思路和新方法。

关键词: 莽山烙铁头; 多层螺旋计算机断层摄影

中图分类号: Q954 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2018) 01-138-05

The Application of MSCT in Studies of *Trimeresurus mangshanensis*

WANG Zhi-Qiang^{①③} CHEN Yuan-Hui^② LI Tao^{①③} ZHU Sheng^③
TANG Lu-Sheng^{①③} WU Chang-Hua^④

① *Medical Imaging and Inspection Department of Xiangnan University, Chenzhou 423000;* ② *Trimeresurus Mangshanensis Institute, Yizhang 424200;* ③ *Affiliated Hospital Radiology Department of Xiangnan University, Chenzhou 423000;* ④ *Municipal Third Hospital Radiology Department of Chenzhou, Chenzhou 423000, China*

Abstract: Multi-slice Computed Tomography (MSCT) was used to scan snakes, in order to show its anatomical structure and explore the possible application of MSCT in protective studies of *Trimeresurus mangshanensis*. CT scans were performed on 3 different individuals. After scanning, the 2D and 3D images of the snake were reconstructed respectively, and their body details such as body surface, bones and internal organs were displayed. We show that MSCT can be used for evaluating snake anatomy and habitat condition, as well as for its disease diagnosis, providing a new approach for studies on snake and other animals.

Key words: *Trimeresurus mangshanensis*; Multi-slice computed tomography

多层螺旋 CT (multi-slice computed tomography, MSCT) 是医学影像发展史上的一次重大突破, 其两大突出优点: 一次扫描可得到重建不同层厚 CT 图像的数据; 成像速度快,

能进行较大范围的容积扫描。MSCT 已广泛应用于人类 (*Homo sapiens*) 疾病的诊断, 是一种常用的医学影像检查技术。MSCT 用于蛇类研究的文献资料目前还未能查到。本研究旨在

基金项目 郴州市科技局科学研究项目 (No. CZ2014040);

第一作者介绍 王志强, 男, 主任医师; 研究方向: 医学影像学教学及临床; E-mail: wangzhiqiang9725@163.com。

收稿日期: 2017-01-23, 修回日期: 2017-08-13 DOI: 10.13859/j.ejz.201801018

利用 MSCT 扫描莽山烙铁头 (*Trimeresurus mangshanensis*), 通过 CT 重建功能显示蛇的各部分解剖结构, 探讨 MSCT 在莽山烙铁头研究中的应用价值。

1 研究方法

1.1 研究对象

先后对 3 条莽山烙铁头进行了 CT 扫描: 2 条活体莽山烙铁头成蛇, 其中 1 条在公路上被压伤; 1 条莽山烙铁头幼蛇标本。均由莽山烙铁头研究所提供。

1.2 CT 扫描方法

飞利浦 64 排(Philips Ingenuity Core64)128 层 CT, 扫描参数为: 管电压 120 kV, 管电流 30 mA, 层厚 1.0 mm, 组合方式 64×0.625 mm, 螺距 (pitch) 1.5, 矩阵 (matrix) 512×512 , 扫描完毕通过工作站重建 (reconstructing), 通过调节窗口技术 (window technology) 及阈值 (threshold) 分别重建出蛇的二维、三维图像, 并分别显示其体表 (body surface)、骨骼 (skeleton)、内脏 (internal organs) 细节图像。

1.3 数据处理

应用星云工作站软件进行批处理。CT 扫描后首先得到的基础图像为横轴位图像 (图 1)。

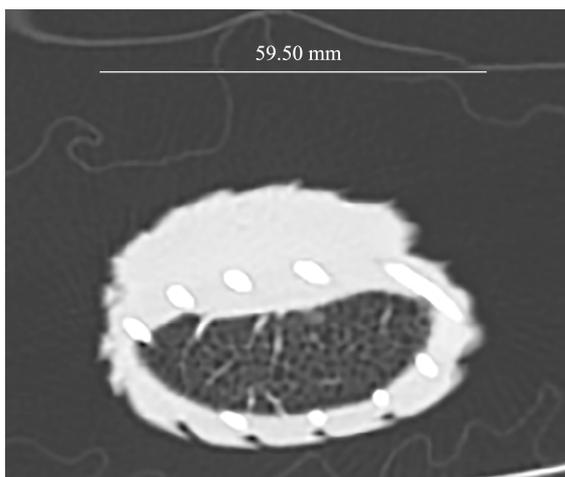


图 1 CT 扫描原始轴位图像

Fig. 1 The Original Image of CT scan

后处理技术包括: 多平面重建 (multiplanar reformation, MPR) 和曲面重建 (curved planar reformation, CPR); 多层面容积再现 (multiplanar volume rendering, MPVR); 最大密度投影 (maximum intensity projection, MIP), 最小密度投影 (minimum intensity projection, MinIP); 容积再现 (volume rendering, VR)。

2 结果

CT 扫描后得到的原始图像是层厚 1 cm 的横轴位图像, 每例从头端扫描至尾端根据体长约有一千余幅原始图像, 原始图像通过机器自带的软件可迅速做出图像重建。通过重建技术处理, 通过窗宽 (window width)、窗位 (window level) 来调节肺窗、骨窗、软组织窗, 能分别显示所扫描蛇皮肤、骨骼、肺、消化道、肌肉、心等脏器的各层次解剖图像。

通过容积再现 (VR) 技术、软组织窗, 重建三维图像并且能通过人工伪彩添加与实物相近的颜色, 能显示背鳞、腹鳞及网纹状结果。本研究中有 1 例在公路上被压伤的莽山烙铁头, 通过 MSCT 扫描, 清晰地显示了受伤部位皮肤的损伤情况 (图 2), 此外通过窗宽、窗位

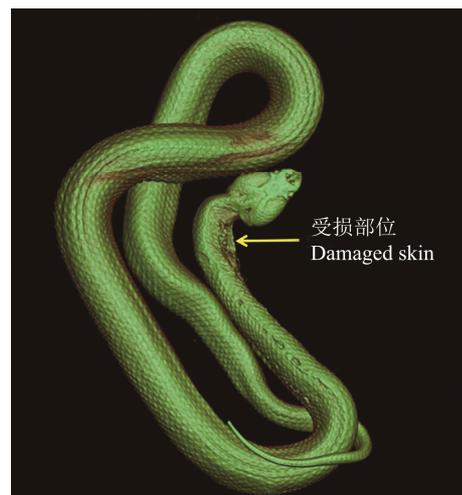


图 2 三维重建显示皮肤受损

Fig. 2 3D reconstruction image showing the damaged skin

的调节还能判断骨骼和肺等部位有无受损。通过容积再现 (VR) 技术、骨窗, 重建三维图像, 可以清晰显示头骨、牙齿、椎骨等 (图 3), 甚至可以显示吞食下的高密度食物, 本研究有 1 例 CT 图像清晰地显示了莽山烙铁头胃中吞食还没消化的老鼠骨架影像 (图 4)。



图 3 三维重建显示正常骨骼

Fig. 3 3D reconstruction image showing normal bones

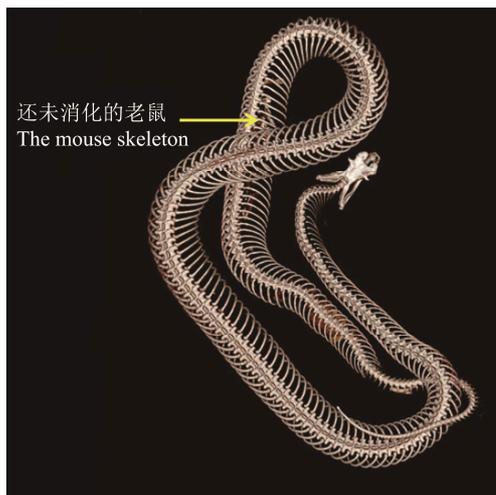


图 4 三维重建显示莽山烙铁头蛇消化道内老鼠骨架

Fig. 4 3D imensional reconstruction image showing the mouse skeleton in the *Trimeresurus mangshanensis* digestive tract

肺的成像通过 MinIP 技术、肺窗, 重建冠状位 (coronary position)、矢状位 (sagittal position) 或斜位的长轴图像。通过 MinIP 技术、软组织窗重建冠状位、矢状位或斜位的长轴图像, 可观察消化道。普通横轴位 (axial)、软组织窗显示肌肉、软组织。还可通过窗宽、窗位调节显示心等器官或组织。

3 讨论

近年来对动物的影像学成像研究, 尤其是微计算机断层扫描 (micro computed tomography, Micro-CT) 的应用受到重视, Micro-CT 能对活体小动物或离体骨骼、牙齿进行扫描成像分析 (Gasser et al. 2005, Ito 2005, 张宁等 2012), 但它最大的不足是稍大的个体不能全身成像。而医用 CT 尤其是先进的 MSCT 能对身长 2 m 内、直径 70 cm 以下的大型个体进行快速扫描。MSCT 虽在临床医学中的应用较为广泛, 对人体器官形态、功能、生理、疾病等方面的研究较多, 少数也会用到动物实验。庞超楠等 (2009) 分别对贵州香猪 (*Sus domestica*)、比格犬 (*Canis familiaris*) 和恒河猴 (*Macaca mulatta*) 进行 CT 扫描, 观察其上肢带骨、躯干骨形态结构与人的异同; 张琳等 (2007) 通过对小型猪气道进行 CT 扫描, 探讨低剂量 MSCT 扫描在小儿气道重组方面的应用价值; 贾鸿飞等 (2010) 通过对兔 (*Oryctolagus cuniculus*) 单侧积水肾模型行 CT 灌注成像, 探讨 MSCT 灌注成像在评估积水肾功能损害中的价值; 国外 Gäbler 等 (2011) 用猫 (*Felis silvestris*) 和狗来研究人下颌骨 CT 扫描条件的合理选择; Wildberger 等 (2003) 用小型猪来模拟人制定肺损伤后的低剂量 CT 扫描方案。但 MSCT 对动物本身结构的研究应用鲜有报告, 如周建华等 (2012) 应用 MSCT 对猕猴全身进行扫描, 了解其解剖特点。个别文献有 Micro-CT 和 MSCT 两者使用效果评价的对比 (Schwarz et al. 2010)。

查阅文献, 国内对蛇的解剖研究大部分是

通过实物解剖、制作标本、手工绘制的方法来完成(何海晏等 1996, 1997, 刘丕基等 1997, 梁刚 1998); 有学者尝试利用阿利辛蓝、茜素红分别对蛇的软骨和硬骨进行染色, 再经甘油透明的方法显示全部骨骼(章超 2014)。但像莽山烙铁头这种濒危动物, 不适合用上述方法进行解剖学的研究, 因此目前对莽山烙铁头解剖结构的了解远远不够, 并且对其生理习性、常见疾病所引起机体器官的变化知之甚少。

本研究重点探讨利用 MSCT 成像技术来显示莽山烙铁头的细致解剖, 从而达到对其解剖学、常见疾病的诊断与救治、生境状况等方面的研究。

解剖方面的研究思路: 1、获取莽山烙铁头的 CT 影像资料, 通过 CT 重建后处理技术再现该物种的细致解剖结构; 2、获取近缘物种 CT 影像资料, 将其与莽山烙铁头解剖结构进行对照, 为其科、属划分提供解剖学依据; 3、拟重建不同年龄同种蛇骨骼结构, 尝试对蛇的骨龄进行推断研究, 建立蛇类骨龄图谱。骨骼形态是蛇类分类的重要依据。张服基等(1990)认为通过头骨形态特征判断烙铁头属存在种的稳定差异。本研究能通过 CT 扫描获取的原始横轴图像清晰重建出蛇的头骨、牙齿、椎骨等骨骼结构, 也为下一步研究奠定基础。

常见疾病的诊断思路: 蛇类常见的疾病有肺炎、皮肤软组织感染、寄生虫病、压伤等。参照人类患疾病的 CT 影像表现: 肺炎主要表现为肺内的渗出性病变, 即肺内出现斑片状模糊影; 皮肤软组织感染常常表现为皮肤及皮下软组织肿胀、层次模糊; 常见的寄生虫病如鞭节舌虫 (*Flagellum insects*)、棒线虫 (*Rod nematode*) 病常常会侵犯肺部, 也会导致肺部出现阴影。通过 MSCT 扫描应能对蛇的许多常见病进行诊断, 并提供治疗指导。

食性的研究思路: 莽山烙铁头主要栖息于山区箭竹草原或碎石堆, 白天活动为主, 幼蛇以两栖类或蜥蜴为主食, 成蛇则以小型哺乳类动物为食。我们可尝试对不同生理、生活状态

的蛇进行 MSCT 扫描, 通过观察胃肠道中未消化的食物来探讨它们的食性特征, 为保护该濒危物种提供帮助。

利用 MSCT 对蛇进行全身扫描, 然后通过重建能够清晰、分层次的观察蛇的体表和内在结构, 意味着能够对蛇的解剖、生境状况、疾病的诊断等方面进行研究和评价, 也为蛇类等动物的影像学研究提供新思路和新方法。

参 考 文 献

- Gäbler K, Brüschwein A, Kiefer I, et al. 2011. Computed tomography imaging of the temporomandibular joint in dogs and cats. Effects of different scan parameters on image quality. *Tierarztl Prax Ausg K Kleintiere Heimtiere*, 39(3): 145–153.
- Gasser J A, Ingold P, Grosios K, et al. 2005. Noninvasive monitoring of changes in structural cancellous bone parameters with a novel prototype micro-CT. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 25(1): 90–96.
- Ito M. 2005. Assessment of bone quality using micro-computed tomography (micro-CT) and synchrotron micro-CT. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 25(Suppl 1): 115–121.
- Schwarz M, Engelhorn T, Eyupoglu I Y, et al. 2010. *In vivo* imaging of MSCT and micro-CT: a comparison. *Fortschr Röntgenstr*, 182(4): 322–326.
- Wildberger J, Max M, Wein B B, et al. 2003. Low-dose multislice spiral computed tomography in acute lung injury: animal experience. *Investigative Radiology*, 38(1): 9–16.
- 何海晏, 黄建欢. 1997. 中国水蛇骨骼系统解剖. *动物学杂志*, 32(3): 13–16.
- 何海晏, 梁冬莹. 1996. 中国水蛇消化、呼吸、循环和泄殖系统解剖. *动物学杂志*, 31(6): 19–22.
- 贾鸿飞, 元卿燕, 武志峰, 等. 2010. MSCT 灌注成像评价兔积水肾功能的可复性. *中国医学影像技术*, 26(5): 805–808.
- 梁刚. 1998. 三种蝮蛇骨骼的比较研究. *陕西师范大学学报: 自然科学版*, 26(1): 71–74.
- 刘丕基, 刘积琛. 1997. 我国蝮蛇呼吸系统的解剖. *大连医科大学学报*, 19(2): 14.
- 庞超楠, 石晶, 杨明慧, 等. 2009. MSCT-3D 技术在动物与人骨骼形态比较研究中的应用. *中国实验动物学报*, 17(5): 330–334.

章超. 2014. 灰鼠蛇与智能计算透明骨骼标本的制作. 北京联合大学学报, 28(2): 33–37.

张服基, 赵尔宓. 1990. 烙铁头属六种的头骨形态特征和种间关系研究 // 赵尔宓. 从水到陆——纪念刘承钊教授诞辰九十周年纪念文集. 北京: 中国林业出版社, 79–86.

张琳, 朱铭, 李玉华, 等. 2007. 小型猪低剂量 MSCT 气道重组的

实验研究. 放射学实践, 22(11): 1161–1164.

张宁, 苏胜彦, 董在杰, 等. 2012. 基于 micro CT 扫描技术的鲤骨骼和显微结构分析. 南方水产科学, 8(6): 44–49.

周建华, 范春梅, 李志雄, 等. 2012. 猕猴腹部及盆腔结构的 CT 影像学观察. 中国实验动物学报, 20(3): 47–52.

(上接第 125 页)



图 1 棕腹杜鹃寄生山蓝仙鹟

Fig. 1 Brood parasitism on Hill Blue-flycatcher (*Cyornis banyumas*) by Whistling Hawk Cuckoo (*Hierococcyx nisicolor*)

a. 竹洞营巢及发现时幼鸟形态; b. 6月19日幼鸟形态; c、d. 雌雄义亲回巢喂食, 幼鸟抬起翅膀露出“嘴裂状”黄色皮肤扮“假嘴”。
a. Nesting in a hole of bamboo and the status of the cuckoo nestling at first sight; b. Whistling Hawk Cuckoo's nestling on 19th of June; c, d. The cuckoo nestling fed by the female and male Hill Blue-flycatcher respectively, and displayed gape-yellowed patch of skin under its wing to simulate extra gapes when foster parents deliver prey to the nest.

每次接近该巢, 山蓝仙鹟 (*Cyornis banyumas*) 雄鸟都会发出警戒鸣声, 并观察到山蓝仙鹟在附近活动, 但蹲点观察未能成功记录到山蓝仙鹟回巢。于是在 6 月 19 日安装摄像机进行宿主的确认及喂食行为观察: 确认棕腹杜鹃的义亲为山蓝仙鹟, 雌雄共同育雏; 另外, 在义亲回巢喂食时棕腹杜鹃幼鸟常常将翅膀抬起, 暴露出羽缘的黄色斑块, 看似十分像“假嘴”, 从而造就了有更多“幼鸟”在乞食的景象 (图 1c, d), 这也许是棕腹杜鹃为了提高义亲喂食频次而进化的策略 (Tanaka et al. 2005)。该杜鹃雏鸟于 6 月 27 日离巢。

致谢 感谢海南师范大学杨灿朝研究员、中国科学院动物研究所胡运彪博士以及中国科学院昆明动物研究所吴飞博士在杜鹃幼鸟鉴定中提供帮助! 感谢两位匿名审稿专家对本文提出的修改建议, 对本文的提高有重要作用。