

· 综 述 ·

冷冻保存尸体对法医病理学鉴定的影响

贾宇晴¹, 金国栋², 田美慧¹, 肖莹¹, 薛嘉嘉¹, 王天琦¹, 曹志鹏¹, 朱宝利¹

(1. 中国医科大学法医学院法医病理学教研室, 辽宁 沈阳 110122; 2. 绥化市公安局刑事科学技术支队, 黑龙江 绥化 152000)

摘 要: 由于冷冻保存能有效减缓尸体腐败进程、延长尸体的保存时间, 已成为我国主要的尸体保存方式。然而此种保存方式会对尸体造成一定程度的非特异性影响而干扰法医病理学鉴定。本文收集、整理了国内外相关文献报道及实际鉴定中常遇到的相关问题, 分别从解剖所见、组织形态学、死后生物化学、死后影像学等方面浅析冷冻保存对尸体的影响, 以期对我国法医工作者在法医病理学实践过程中遇到的相关问题提供帮助。

关键词: 法医病理学; 冷冻; 尸体保存; 综述

中图分类号: DF795.1 文献标志码: A doi: 10.12116/j.issn.1004-5619.2019.01.014

文章编号: 1004-5619(2019)01-0074-04

Effect of Corpse Cryopreservation on Forensic Pathological IdentificationJIA Yu-qing¹, JIN Guo-dong², TIAN Mei-hui¹, XIAO Ying¹, XUE Jia-jia¹, WANG Tian-qi¹, CAO Zhi-peng¹, ZHU Bao-li¹

(1. Department of Forensic Pathology, School of Forensic Medicine, China Medical University, Shenyang 110122, China; 2. Detachment of Criminal Science and Technology, Suihua Public Security Bureau, Suihua 152000, Heilongjiang Province, China)

Abstract: Because cryopreservation can effectively slow down the putrefaction and prolong the preservation time of corpses, it has become the main way of corpse preservation in China. However, it may cause a certain degree of non-specific effects on the corpses and thus interfere with forensic pathological identification. This paper summarizes relevant problems reported in domestic and foreign literature reports and practical identification, and analyzes the effects of cryopreservation on corpses from aspects of anatomical findings, histomorphology, postmortem biochemistry, and postmortem imaging, therefore to provide Chinese forensic workers assistance on problems in their practice of forensic pathology.

Keywords: forensic pathology; freezing; corpse cryopreservation; review

目前,我国保存尸体的主要方式为冷冻保存。国外一些发达国家要求短期内尸体保存的温度必须为2~6℃^[1]。虽然冷藏保存能够减缓尸体腐败进程,但有研究^[2]通过CT扫描冷藏保存的尸体,发现尸体内部器官如肝、心脏中仍然能产生腐败气体。日常鉴定中亦发现冷藏保存的尸体有不同程度的低温下的腐败活动。冻存尸体较冷藏更能有效减缓尸体腐败进程,因此在国内,冻存作为尸体保存的主要手段。由冷冻所造成的非特异性死后变化,如颅骨骨折、全身广泛溶血等也越来越受到法医工作者的重视^[3-4]。本文通过查阅国内外相关文献及实际法医鉴定工作中常遇

到的相关问题,分别从解剖所见、组织形态学、死后生物化学等多个角度综述冻存尸体对法医病理学鉴定的影响,以期能对我国法医工作者在实际鉴定中遇到的相关问题有所帮助。

1 解剖所见

1.1 冷冻引起的颅骨骨折

1.1.1 骨折的好发部位

查阅相关文献^[3,5-11]发现,冷冻所造成的颅骨骨性结构的破坏,主要为颅底骨质薄弱部位的骨折及骨缝哆开。颅前窝处的颅底骨折主要集中于筛骨的鸡冠、

基金项目:国家自然科学基金资助项目(81273343);辽宁省自然科学基金资助项目(20180530004)

作者简介: 贾宇晴(1992—),男,硕士研究生,主要从事法医病理学、法医病理生理学研究;E-mail:jia214@hotmail.com

通信作者: 朱宝利,男,教授,博士研究生导师,主要从事法医病理学、法医病理生理学教学、研究及鉴定;E-mail:zhu1127@hotmail.com

筛板及额骨的眶面^[6-7,9-11],颅中窝处的骨折主要集中于蝶骨大翼、小翼、蝶鞍部^[3,8]。颅骨骨缝亦属颅骨相对薄弱的部位,在颅内容物膨大的过程中,颅缝处可发生哆开^[5]。

1.1.2 骨折的形态

就骨折的形态来说,冻存造成的骨折形态多样,常见线性骨折、粉碎性骨折、凹陷性骨折及环状骨折等^[3,5-11]。骨折可为单发或多发,单发的骨折多位于右侧,多发性骨折以两处骨折为多,可呈对称性或非对称性分布^[3,5-11]。且骨折对应处有时可见硬脑膜破裂、脑组织逸出,脑组织甚至可通过鼻腔溢出至体外^[6]。

1.1.3 骨折机制

大量文献^[3,5-11]报道及实际检案发现,成人尸体冷冻保存常造成尸体颅骨骨折。TORIMITSU等^[12]研究发现,冻融过程本身并不能造成颅骨机械性能的改变,而冷冻造成颅骨骨折的原因是由于成人颅腔容积相对固定,颅腔内脑组织、腐败液等含水组织的体积随着温度的降低,在体积增大的过程中造成颅腔骨性结构的破坏^[3]。也有学者^[6]认为,颅骨发生骨折的根本原因并不在于温度是否达到零下,而是在于颅内容物体积与颅腔容积的相对大小及其产生的机械应力能否破坏骨质,因此即便保存温度未达到0℃以下亦可发生骨折。

1.1.4 与生前骨折的鉴别

由于生前颅骨骨折,特别是颅底骨折常造成严重后果,因此在实际鉴定工作中鉴别颅骨骨折是否为冻存形成尤为重要。冷冻所造成的骨折,其骨质及对应的脑组织不应具有相应的生活反应,对应处头皮及帽状腱膜等头皮下软组织一般也不应有出血、血肿等。形成骨碎片的骨折,骨碎片一般应突向颅外,额骨眶面的骨折伴硬脑膜破裂、脑组织溢出时可使对应的眼球膨出或上眼睑膨隆^[9,11]。且冷冻造成的颅底骨折在死者生前不应出现眶周广泛瘀血斑(熊猫眼)、脑脊液漏等颅底骨折的临床症状^[3]。值得注意的是,冻存后是否会使生前形成的颅骨骨折扩大或形态发生改变,还有待证实。

1.2 冻存造成的脑疝样改变

颅脑损伤后常可引起致死性小脑天幕疝、枕骨大孔疝^[13]。鉴定实践发现,在冻融尸体的过程中可使脑组织容积增大,尸体检验有时可发现海马旁回、小脑扁桃体陷入小脑天幕切迹、枕骨大孔,形成压迹,易误认为系生前形成。因此,冻存尸体发现脑疝样改变时,应注意鉴别其形成的原因。生前形成的脑疝应有颅内血肿、脑水肿等能引起颅内高压的病理生理基础,可观察到疝出的脑组织有不同程度的淤血和水肿

或出血性梗死或软化^[13]、大脑中线移位、Kernohan's切痕、脑干继发性出血^[14-16]等与生前脑疝关联的大体、组织学改变。而冻存造成的脑疝样改变,不应具有上述生活反应,同时在实际鉴定中发现,冻存所形成的脑疝样改变多呈双侧、对称分布。

1.3 血红蛋白浸染对尸体血液颜色的影响

尸体冻融后,全身红细胞广泛破裂(溶血),造成全身组织的弥漫性血红蛋白浸染,因此冻融后的尸体无法确认是否存在生前溶血,对易造成溶血的疾病如高体温症、烧死、甲基苯丙胺中毒等的鉴定带来一定程度的影响^[17-19]。对于死后不久即冷存的尸体,解冻后可出现非腐败性四肢静脉网,同时,由于氧合血红蛋白在低温下较难解离,使尸斑、尸体血液的颜色较为鲜红,应注意与冻死、CO中毒、氰化物中毒等引起鲜红色尸斑的死因相鉴别^[20]。

2 组织形态学改变

尸体导热系数小,在冷冻过程中冷冻速率较慢,细胞外液较胞内先形成冰晶,使细胞外液渗透压逐渐升高,细胞脱水皱缩,同时,细胞内外酸碱环境、溶质浓度等发生剧烈变化,导致某些蛋白质发生不可逆的变性,最终造成细胞发生不可逆的溶质及渗透性损伤等^[21-23]。冻存使组织细胞的总体积缩小,细胞间质中形成的冰晶使组织体积增大,产生的机械应力将导致细胞间连接破坏、细胞变形^[23]。因此,冻存尸体组织形态学检查时,可见组织间质疏松、冰晶裂隙形成、冰晶周边细胞固缩深染等改变,鉴定中应注意不能将因细胞脱水造成的皱缩看作“核固缩”,将扩大的细胞外间隙看作“水肿”^[21,24]。

3 对死后生物化学检测的影响

死后生物化学(postmortem biochemistry)是指通过检测尸体各体液的相关生化指标,用以推测死者生前相关功能状态及病理生理过程的学科^[25]。作为法医病理学的辅助鉴定手段,死后生物化学逐渐受到法医病理学家的重视。目前,国外已测定的血液相关死后生化指标主要基于心包液及未发生溶血或轻微溶血的血清样本^[26]。如前所述,冻存尸体导致全身血细胞广泛破裂溶血,心包液也常由于血红蛋白浸染而污染,成为现阶段限制国内死后生物化学检测进一步发展的主要因素。就其具体原因,有学者^[27-29]指出:(1)溶血后血细胞中高浓度的待测物质逸出,使血浆分析物浓度升高或是血细胞中的待测物质浓度较血浆低,破裂后造成稀释效应使分析物浓度降低;(2)血红蛋白对分光光度测定中光密度的干扰;(3)某些血细胞组

分对化学反应、抗原抗体反应的干扰。目前,常用的死后生物化学指标,如肌酐(creatinine, CR)、血尿素氮(blood urea nitrogen, BUN)、N末端-B型脑钠肽(N-brain natriuretic peptide, N-BNP)、肌酸激酶-MB(creatine kinase-MB, CK-MB)、心肌肌钙蛋白I(cardiac troponin I, cTnI)等^[26, 30-32]均受到溶血的巨大干扰。如CR的苦味酸法测定中,血红蛋白在强碱性的苦味酸应用液中形成碱性血红素,掩盖了反应生成物光密度的上升^[33],使得血红蛋白对肌酐的检测出现负干扰现象;应用荧光免疫法检测心功能指标CK-MB时,血细胞内虽然没有此酶,但可能由于血红蛋白中抗原物质与特异的CK-MB抗体发生抗原抗体交叉反应,造成CK-MB的检测值升高^[28],严重影响了检测的准确性。因此,如何规避因冻存尸体所造成的检材污染,将是死后生物化学今后将所面临的重要课题之一。

4 对死后计算机断层扫描客观评价的影响

死后计算机断层扫描(postmortem computed tomography, PMCT)由于能够准确定位骨折、钙化、血肿、金属异物等,同时因其操作无损、快速,被越来越多地应用于法医病理学领域^[4, 34]。据测定,水经冷冻后CT值下降到-80 HU(水为0 HU)^[35-36],因此,一般来说,尸体各含水较多的组织在冷冻状态下其CT值下降,呈现低密度改变,可被误认为是脂肪沉积或空气夹杂^[36]。但也有研究结果^[37]表明,脂肪组织与水相反,冷冻状态下其CT值反而可相对升高。

O'DONNELL等^[37]认为,冷冻状态下的尸体存在血肿、凝血块的部位,其CT值仍较高,依然可以用来判断腹部挫伤的位置。同时,对于高度腐败的脑组织,HYODOH等^[38]研究表明,因高度腐败的脑组织严重软化、液化严重限制了对脑组织的检查,但冷冻状态下的腐败脑组织与普通尸体检验相比,无论是PMCT检查还是大体解剖检验其灰白质差异都更加明显,脑损伤(如出血等)的检出率亦增高,因此将高度腐败尸体的头部利用干冰冻结再行解剖或影像学检查可能是今后法医学鉴定的一项必要步骤。

5 其他

冷冻后的尸体在解冻后尸僵可部分或全部缓解,但关于解冻后尸僵的法医学意义有待进一步研究。在日常检案中,常发现对于尸体皮肤上某些特征不明显的损伤,如轻微的表皮剥脱、充血等在冷冻保存后,变得更加清晰,有学者^[39-40]认为,这与尸体冷冻后造成的组织缩水及有形物质沉积有关。

6 小结与展望

冷冻保存能够有效延长尸体保存时间,为不能及时尸体检验或需延长保存的尸体提供便利的条件。但是颅骨骨折、全身组织血红蛋白浸染、镜下组织形态的改变等尸体冷冻所造成的非特异性死后变化常会干扰法医病理学鉴定。冻存所造成的广泛溶血,也对我国死后生物化学的发展带来不良影响。因此,我国法医病理学工作者应综合考虑尸体状况、尸体检验间隔时间合理地选择尸体保存条件,探索更为适合我国的尸体保存模式及相关规定,以降低尸体低温保存所带来的不利影响。

参考文献:

- [1] National Pathology Accreditation Advisory Council. Requirements for the facilities and operation of mortuaries: NPAAC Tier 4 Document[S]. 2013.
- [2] SINGH M K, O'DONNELL C, WOODFORD N W. Progressive gas formation in a deceased person during mortuary storage demonstrated on computed tomography[J]. Forensic Sci Med Pathol, 2009, 5(3): 236-242.
- [3] ZHANG J, YAN Y, CHEN Y, et al. Basilar fracture due to frozen corpse: A case report[J]. Am J Forensic Med Pathol, 2016, 37(3): 218-220.
- [4] OKUMURA M, USUMOTO Y, TSUJI A, et al. Analysis of postmortem changes in internal organs and gases using computed tomography data[J]. Leg Med (Tokyo), 2017, 25: 11-15.
- [5] 王勇, 李红卫, 喻永敏, 等. 冷冻尸体颅骨骨缝分离骨折1例[J]. 中国法医学杂志, 2012, 27(3): 251, 封3.
- [6] 梁曼, 张海东, 刘艳, 等. 冷冻尸体致颅底骨折3例[J]. 中国法医学杂志, 2011, 26(2): 167-168, 插2.
- [7] 靳国硕, 赵森, 蔡博策, 等. 冷冻尸体致颅前窝筛板骨折2例[J]. 中国法医学杂志, 2006, 21(4): 247.
- [8] 梁曼, 张洋, 许小明, 等. CO中毒合并冷冻尸体致颅底骨折1例[J]. 刑事技术, 2011(2): 65-66.
- [9] 李勇亚. 尸体冷冻导致眶板骨裂1例[J]. 刑事技术, 2009(3): 78-79.
- [10] 邹志虹, 张磊. 冰冻致颅底骨折1例[J]. 法医学杂志, 2007, 23(3): 212.
- [11] 王博维, 周亦武, 刘良. 冰冻尸体致颅底骨折1例[C]. 长沙: 全国第七次法医学学术交流, 2004.
- [12] TORIMITSU S, NISHIDA Y, TAKANO T, et al. Effects of the freezing and thawing process on biomechanical properties of the human skull[J]. Leg Med (Tokyo), 2014, 16(2): 102-105.
- [13] 赵子琴. 法医病理学[M]. 4版. 北京: 人民卫生出版社, 2009: 216-217.
- [14] YOGARAJAH M, AGU C C, SIVASAMBU B, et al. HbSC Disease and Spontaneous Epidural Hemato-

- ma with Kernohan's Notch Phenomena[J]. Case Rep Hematol, 2015;470873. doi:10.1155/2015/470873.
- [15] MAUGERI R, ANDERSON D G, GRAZIANO F, et al. Conservative vs. surgical management of post-traumatic epidural hematoma: A case and review of literature[J]. Am J Case Rep, 2015, 16:811-817.
- [16] NGUYEN H S, DOAN N B, GELSOMINO M J, et al. Good outcomes in a patient with a Duret hemorrhage from an acute subdural hematoma[J]. Int Med Case Rep J, 2016, 9:15-18.
- [17] 曹喆, 于文, 朱宝利. 中暑死与冻死的法医学鉴定[J]. 中国法医学杂志, 2011, 26(6):462-464.
- [18] 高卫民, 宛洋, 毛瑞明, 等. 甲基苯丙胺的中毒机制及中毒死亡法医学鉴定[J]. 法医学杂志, 2012, 28(2):126-129.
- [19] STILLER D, LANG J, KLEIBER M, et al. Reddish discoloration of the vascular intima in charred bodies[J]. Arch Kriminol, 2015, 235(5-6):166-171.
- [20] 李从政, 庄仿林. 冰冻尸体的特征性改变[J]. 刑事技术, 2011(5):59-60.
- [21] SCHAFER A T, KAUFMANN J D. What happens in freezing bodies? Experimental study of histological tissue change caused by freezing injuries[J]. Forensic Sci Int, 1999, 102(2/3):149-158.
- [22] 李喜龙, 季维智. 动物种质细胞的超低温冷冻保存[J]. 动物学研究, 2000, 21(5):407-411.
- [23] BAKHACH J. The cryopreservation of composite tissues: Principles and recent advancement on cryopreservation of different type of tissues[J]. Organogenesis, 2009, 5(3):119-126.
- [24] 万勇, 李品玉, 于文, 等. 常规冷冻对大鼠尸体组织形态学的影响[J]. 中国法医学杂志, 2011, 26(1):50-53.
- [25] MAEDA H, ZHU B L, ISHIKAWA T, et al. Significance of postmortem biochemistry in determining the cause of death[J]. Leg Med (Tokyo), 2009, 11 Suppl 1:S46-S49.
- [26] ZHU B L, ISHIKAWA T, MICHIE T, et al. Post-mortem cardiac troponin I and creatine kinase MB levels in the blood and pericardial fluid as markers of myocardial damage in medicolegal autopsy[J]. Leg Med (Tokyo), 2007, 9(5):241-250.
- [27] 沈伽弟. 溶血对临床生化检验的干扰和影响[J]. 中华医学检验杂志, 1994(4):250-253.
- [28] KROLL M H, ELIN R J. Interference with clinical laboratory analyses[J]. Clin Chem, 1994, 40(11 Pt 1):1996-2005.
- [29] 刘一鸣, 姚少羽, 喻雄文, 等. 临床生化重要检验项目溶血干扰的定量化研究[J]. 中山大学学报(医学科学版), 2008, 29(4S):112-115.
- [30] ZHU B L, ISHIKAWA T, MICHIE T, et al. Post-mortem cardiac troponin T levels in the blood and pericardial fluid. Part 2: analysis for application in the diagnosis of sudden cardiac death with regard to pathology[J]. Leg Med (Tokyo), 2006, 8(2):94-101.
- [31] ZHU B L, ISHIKAWA T, MICHIE T, et al. Post-mortem cardiac troponin T levels in the blood and pericardial fluid. Part 1. Analysis with special regard to traumatic causes of death[J]. Leg Med (Tokyo), 2006, 8(2):86-93.
- [32] ZHU B L, ISHIKAWA T, MICHIE T, et al. Evaluation of postmortem urea nitrogen, creatinine and uric acid levels in pericardial fluid in forensic autopsy[J]. Leg Med (Tokyo), 2005, 7(5):287-292.
- [33] 周大铮. 溶血对二点法测定血清肌酐干扰的排除[J]. 临床检验杂志, 1997, 15(3):161.
- [34] O'DONNELL C, WOODFORD N. Post-mortem radiology--a new sub-speciality?[J]. Clin Radiol, 2008, 63(11):1189-1194.
- [35] SUGIMOTO M, HYODOH H, ROKUKAWA M, et al. Freezing effect on brain density in postmortem CT[J]. Leg Med (Tokyo), 2016, 18:62-65.
- [36] HYODOH H, OGURA K, SUGIMOTO M, et al. Frozen (iced) effect on postmortem CT--experimental evaluation[J]. J Forensic Radiol Imaging, 2015, 3(4):210-213.
- [37] O'DONNELL C, BEDFORD P, BURKE M. Massive hemoperitoneum due to ruptured ectopic gestation: postmortem CT findings in a deeply frozen deceased person[J]. Leg Med (Tokyo), 2011, 13(5):245-249.
- [38] HYODOH H, MATOBA K, MURAKAMI M, et al. Experimental evaluation of freezing preparation for the macroscopic inspection in putrefied brain[J]. Leg Med (Tokyo), 2017, 24:19-23.
- [39] 鞠裕山. 利用冷冻显现尸体损伤[J]. 中国法医学杂志, 1995(3):136.
- [40] 李鲜德. 尸体潜在损伤痕的显现[C]. 长沙: 全国第七次法医学学术交流, 2004.

(收稿日期:2017-05-17)

(本文编辑:张建华)