

• 实验研究 •

实验性小肠闭袢性肠梗阻肠壁缺血程度与时间相关性的 CT 分析

黄小华, 张小明, 董国礼, 杨汉丰, 唐显映, 杨正伟, 周继雍

【摘要】 目的:建立兔小肠闭袢性肠梗阻模型,通过螺旋CT多期扫描,观察小肠闭袢性肠梗阻肠壁缺血程度与时间的相关性。**方法:**新西兰大白兔 54 只,随机分为 A、B、C 三组。A 组 9 只,结扎长约 10~15 cm 的小肠两端,形成单纯性闭袢;B 组 30 只,除按 A 组形成单纯性闭袢外,同时结扎闭袢肠段的引流静脉;C 组 15 只,在 B 组的基础上,同时结扎闭袢肠段的供血动脉。术后在不同的时间点行螺旋CT多期扫描。根据小肠梗阻肠壁缺血程度的 CT 标准,回顾性分析不同程度肠壁缺血所对应的缺血时间。**结果:**A 组在随机的各时间内均表现为轻度肠缺血,缺血时间(107.11 ± 71.65) min; B 组表现为轻度、中度和重度肠缺血,其对应的缺血时间分别为(36.11 ± 9.56) min、(98.77 ± 39.12) min 和(250.75 ± 52.00) min; C 组在随机的各时间内表现为中度肠缺血和重度肠缺血,其对应的缺血时间分别为(30.50 ± 11.91) min 和(150.11 ± 71.62) min。**结论:**根据小肠梗阻的类型,结合螺旋CT多期扫描,可估计小肠肠壁的缺血程度所对应的缺血时间。缺血程度和缺血时间的确定,可为临床治疗方案的选择提供参考。

【关键词】 肠梗阻; 缺血; 体层摄影术, X 线计算机; 动物实验

【中图分类号】 R814.42; R-332; R574.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2006)10-0981-04

CT Analysis of the Correlation between Severity and Time of Small Bowel Ischemia Following Experimental Closed Loop Obstruction HUANG Xiao-hua, ZHANG Xiao-ming, DONG Guo-li, et al. Departments of Radiology, the Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Sichuan 637000, P. R. China

【Abstract】 Objective: To study the correlation between severity and time of small bowel ischemia due to closed loop obstruction with rabbits' small bowel obstruction modeling and spiral CT multi-phase scan. **Methods:** 54 New Zealand white rabbits were randomly divided into 3 groups (groups A, B and C). 9 in Group A: An approximate 10~15 cm long segment of small bowel from each rabbit was ligated, and simple closed loop came into being; 30 in Group B: on the basis of closed loop obstruction of Group A, vein of segment of closed loop bowel was ligated; 15 in Group C: on the basis of Group B, artery of segment of closed loop bowel was ligated. After spiral CT multi-phase scans at different times, a 3~5 cm long segment of small bowel was chosen for histological observation. According to the CT standards of ischemic level of small bowel obstruction, we retrospectively analyze different severity and their corresponding times of bowel ischemia. **Results:** Group A showed mild ischemia at random time with (107.11 ± 71.65) min; Group B showed mild, moderate and severe ischemia at corresponding time of bowel ischemia with (36.11 ± 9.56) min, (98.77 ± 39.12) min and (250.75 ± 52.00) min, respectively. Group C showed medium and severe ischemia with (30.50 ± 11.91) min and (150.11 ± 71.62) min, respectively. **Conclusion:** According to the type of small bowel obstruction and spiral CT multi-phase scan, we can approximately evaluate the different severity corresponding with bowel ischemia at different times. With the ascertainment of the severity and time of small bowel ischemia, it may provide reference for clinical treatment.

【Key words】 Bowel obstruction; Ischemia; Tomography, X-ray computed; Animal experiment

闭袢性肠梗阻是临床常见的急腹症之一,病死率高^[1-3],主要原因是闭袢性肠梗阻极易合并肠壁缺血,轻者导致肠壁可逆性缺血,重者导致肠透壁性坏死,因此肠壁的缺血程度直接影响临床治疗的选择与预后。闭袢性肠梗阻引起肠壁缺血的方式各异,肠壁的缺血程度很难从单一因素判断,需多因素综合分析。笔者通过动物模型,模拟闭袢性肠梗阻常见的、不同的缺血

方式,在随机各时段内行螺旋CT多期扫描,回顾性分析不同类型的肠梗阻肠壁缺血程度所对应的缺血时间,旨在探讨小肠闭袢性肠梗阻不同的缺血方式所导致的肠壁缺血程度与时间的相关性。

材料与方法

1. 动物模型制作

新西兰大白兔(中国医学科学院成都输血研究所) 54 只,4 个月龄,体重 2.5~3.0 kg,随机分为 A、B、C 三组, A 组 9 只, B 组 30 只, C 组 15 只。实验前备皮,并用 2% 的硫喷妥钠溶液,以 1.5 ml/kg 经耳缘静脉麻醉,逐层解剖。A 组在距回肠末端 30 cm 处,结扎约

作者单位: 637000 四川, 川北医学院附属医院放射科(黄小华, 张小明、董国礼、杨汉丰、唐显映), 病理科(周继雍); 637000 四川, 川北医学院形态学研究所(杨正伟)

作者简介: 黄小华(1966-), 男, 四川武胜人, 副主任技师, 主要从事 CT、MRI 扫描技术及教学工作。

基金项目: 四川省教委青年基金资助[川教科(1996)17号]

10~ 15 cm 的小肠两端, 形成单纯性闭袢, 麻醉后常规消毒闭袢; B 组除按 A 组形成单纯性闭袢外, 同时结扎闭袢肠段的引流静脉; C 组除形成单纯性闭袢和结扎闭袢肠段的引流静脉外, 同时结扎闭袢肠段的供血动脉。同时 A、B、C 三组的闭袢处均用内灌有 20% 的安其格纳芬液的塑料输液管固定伴行作为标志。各组分别在不同时间内行螺旋 CT 多期扫描(图 1)。

2. CT 扫描

小肠闭袢性肠梗阻模型完成后, 为了增加模型缺血时间计算的准确性, 所有扫描均在随机缺血时间前 2~ 3 min 进行。

采用日本东芝 Toshiba Xvision/GX 型螺旋 CT 机。兔仰卧, 上肢置于头上, 先平扫, 上界为膈顶, 下界为耻骨联合, 层厚和层间距均为 5 mm。平扫之后从耳缘静脉注射 65% 安其格纳芬液, 2. 0~ 2. 5 ml/ kg, 20 s 内注完, 注药后 22 s 行动脉期扫描, 50 s 行静脉期扫描, 延迟 3~ 5 min 后再次扫描。扫描条件管电压 120 kV, 管电流 150 mA, 采集层厚 5 mm, 螺距 1. 0, 重建间隔 0. 5 mm。扫描结束后, 行空气栓塞处死实验兔。

3. 影像观察

小肠梗阻肠壁缺血程度的标准^[3-7]: 轻度肠缺血(可逆性肠缺血), 肠壁轻度增厚, 管腔无狭窄, 系膜密度正常, 腹腔内少或无液体; 中度肠缺血(纤维性肠缺血), 肠壁中度增厚, 管腔轻度狭窄, 系膜密度模糊, 腹腔内少至中量液体; 重度肠缺血(透壁性肠缺血), 肠壁重度增厚, 靶信号, 管腔狭窄, 系膜脂肪减少, 密度增高, 腹腔内大量液体。

两位从事腹部放射多年的副主任医师, 采取盲法观察 CT 图像并按上述缺血程度的标准确定动物模型的缺血程度。意见不一致时共同协商确定。

4. 统计学方法

所有的数据计量大小均以 $\bar{x} \pm s$ 表示。利用 SA S8. 04 统计软件系统完成数据分析, 比较采用秩和检验。 $P < 0. 05$ 为差异有显著性意义。



图 1 肠缺血的大体标本像, 标本的颜色由红变黑, 逐渐加深, 系膜密度逐渐增加, 系膜血管周围出血逐渐增多。a) 轻度; b) 中度; c) 重度。

结 果

A 组(单纯性闭袢) 均表现为轻度肠缺血(图 2); B 组(单纯性闭袢+ 静脉结扎) 可见轻度到重度肠缺血(图 3); C 组(单纯性闭袢+ 动静脉结扎) 均表现为中度和重度肠缺血(图 4、表 1~ 3)。

表 1 不同类型肠梗阻肠壁缺血程度所对应的缺血时间(min)

分组	轻度肠缺血	中度肠缺血	重度肠缺血
A 组	107. 11±71. 65**	-	-
B 组	36. 11±9. 56*	98. 77±39. 12**	250. 75±52. 00
C 组	-	30. 50±11. 91*	150. 11±71. 62**
P	0. 0214	0. 0007	0. 0237

注: * 间比较: $P = 0. 469$; ** 间比较: $P = 0. 151$

表 2 各型肠梗阻肠壁缺血程度的兔例数

分组	轻度肠缺血	中度肠缺血	重度肠缺血
A 组	9	0	0
B 组	9	13	8
C 组	0	6	9

注: 频数表秩和检验, $u = 4. 69, P < 0. 0001$

表 3 各型肠梗阻肠壁缺血所对应的缺血时间

分组	$\bar{x} \pm s$
A 组	107. 11 ± 71. 65
B 组	120. 50 ± 91. 72
C 组	102. 27 ± 81. 61

注: $u = 0. 6, P = 0. 835$

讨 论

肠梗阻为临床上最常见的急腹症之一, 既往诊断主要依据临床表现、立卧位平片、体征和一些理化指标检查, 但准确性不高。Balthazar 等^[8]认为约 30% ~ 40% 的病例未确诊。特别是绞窄性肠梗阻, 传统的诊断方法的误诊率更高, 病死率可达 20% ~ 40%^[8, 9]。近年来, 随着多排螺旋 CT (multislice spiral CT, MSCT) 的广泛应用, CT 诊断肠梗阻的敏感度有所提高, 特异度可达到 60% ~ 95%^[10], 但病死率仍很高, 原因是肠梗阻, 特别是闭袢性肠梗阻极易合并肠壁缺血, 肠腔在形成闭袢的过程中, 系膜血管容易发生扭转, 从而引起血管所属肠壁动静脉血

流量改变, 轻者导致肠壁黏膜的坏死、糜烂与出血, 重者发生肠壁透壁性坏死^[11-13]。肠壁缺血的程度与闭袢动静脉血流的改变密切相关, 由于闭袢肠壁缺血方式多样, 因此肠壁缺血程度很难有一致性, 不同类型的肠梗阻在不同时间内缺血程度不一样, 同一类型在不同时

间内其缺血程度又不一样^[14]。但缺血程度的判断决定治疗方案的选择,因而探讨闭袢性肠梗阻的不同类型在不同时间内所对应的缺血程度关系非常重要,由于肠壁缺血的程度是多因素的共同结果,而本实验仅模拟了闭袢性肠梗阻最常见的几种缺血方式,以此来观察不同类型的肠梗阻肠壁缺血程度所对应的缺血时间,其它缺血方式的实验方法和设计,由于实验条件和经费的限制,有待以后完善。缺血程度和缺血时间的共同确定,结合临床表现,可为治疗方案的选择提供有效的参考依据。

笔者以新西兰大白兔为模型,根据闭袢性肠梗阻导致肠壁缺血的病因方式,分别模拟了三种常见的不同状态下的肠壁缺血,在不同时间内,采用多期螺旋 CT 扫描观察肠壁缺血,根据小肠梗阻肠壁缺血程度的典型表现,回顾性分析不同状态下的肠壁缺血程度所对应的缺血时间,实验结果见表 1。单纯性闭袢在随机的实验时间内均表现为肠壁轻度增厚,管腔大小正常,无狭窄,系膜密度正常,动静脉血管清晰,腹腔内少或无液体,符合轻度肠缺血的 CT 表现。虽然梗阻时间 1~2 h,但无中度和重度肠缺血发生,其原因可能是单纯性闭袢类似单纯性机械性肠梗阻,虽然肠腔阻塞,但被结扎肠管的供血动脉和引流静脉未受到影响,在较长的时间内肠壁血液循环不会受到影响,随着梗阻时间增长,肠道内容物通过障碍,肠腔内压力逐渐增高,肠腔扩张加重,管壁变薄伸长,肠壁的动静脉受压变细,肠壁血液逐渐处于淤滞状态,从而导致肠壁缺

血。肠管压力增高、管腔扩张及肠壁缺血的每一环节都要一定的时间,因此在短时间内很少发生中或重度的肠缺血,本实验由于时间短,所有结果均表现为轻度肠缺血,与理论相符合。虽然肠壁的缺血是逐渐缓慢的发生,但随着时间的延长,肠壁动静脉受压加重,血供中断,肠壁最终会坏死和穿孔。至于单纯性闭袢出现中度或重度肠缺血的时间,由于实验条件的原因尚未得到结果,有待进一步研究。

单纯性闭袢的基础上,同时结扎闭袢肠端的引流静脉,CT 表现是随着时间的增加,肠壁逐渐增厚,管腔由正常变为狭窄,系膜密度逐渐增高,动静脉血管由清晰逐渐模糊,腹腔内液体逐渐增多,表现轻到重度肠缺血影像,轻、中和重度肠缺血所对应的缺血时间经统计学处理为 0.5 h、1~2 h 和 3~4 h,各段肠缺血时间差异有统计学意义,说明不同程度的肠缺血演变是逐渐发生的,主要是由于静脉回流受阻,肠壁毛细血管内流体静压升高,肠壁缺氧,通透性增加,水、盐和少量蛋白质漏出,并滞留在肠壁组织,引起肠壁淤血性水肿;同时,由于肠壁组织细胞缺氧、营养供应不足及中间代谢产物堆积,发生变性和坏死。

单纯性闭袢的基础上,同时结扎闭袢肠端的供血动脉和引流静脉后的较短时间内,肠壁、管腔大小、系膜密度、动静脉血管及腹腔内的液体量随之发生改变,在随机的扫描时间内,所有模型均表现为中或重度肠缺血。中、重度肠缺血所对应的缺血时间为 0.5 h 和 1~2 h。中度和重度肠缺血时间差异有统计学意义,

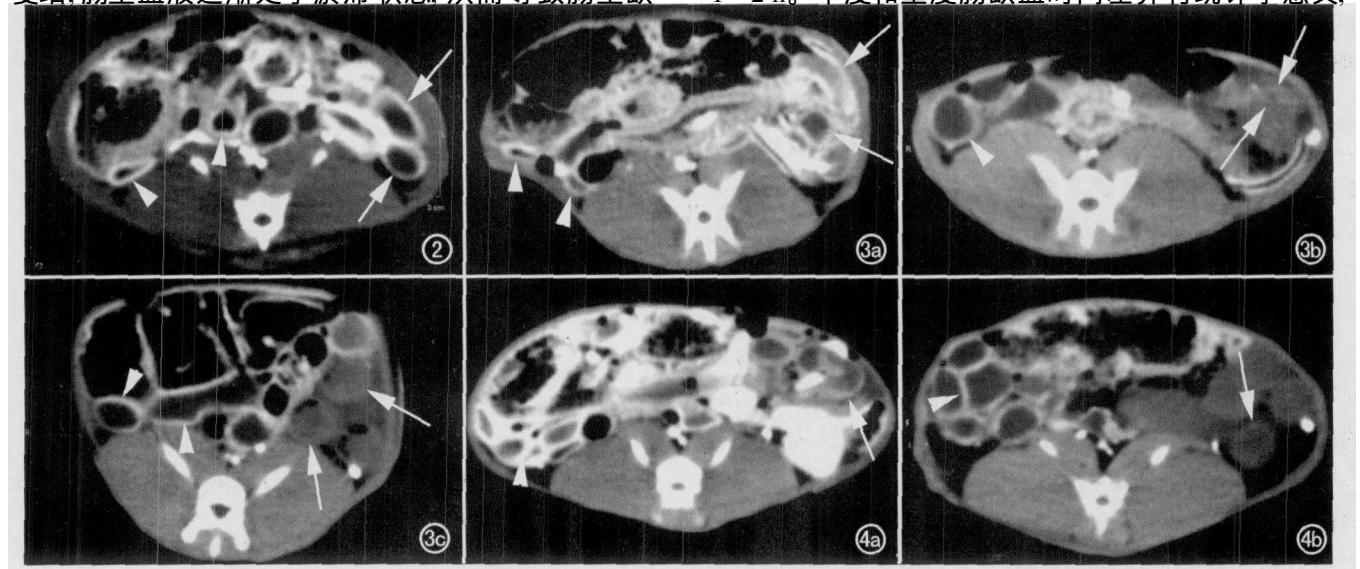


图2 轻度肠缺血。CT 增强示闭袢肠曲壁(箭)强化明显,密度与非闭袢肠曲(箭头)相似,闭袢肠壁较非闭袢肠壁稍增厚。

图3 轻度到重度肠缺血。a) 轻度肠缺血; b) 中度肠缺血,CT 增强示闭袢肠曲壁(箭)强化低于非闭袢肠曲(箭头),闭袢肠壁较非闭袢肠壁增厚,管腔稍狭窄,系膜密度模糊; c) 重度肠缺血。图4 重度肠缺血。CT 增强示闭袢肠曲壁(箭)无明显强化,明显低于同层非闭袢肠曲壁(箭头),闭袢肠壁增厚明显,管腔稍狭窄,系膜密度增高,腹腔内有液体。

说明中到重度肠缺血的演变也是逐渐发生, 结扎闭袢肠端的供血动脉, 肠壁的血液供应立即中断, 组织缺氧, 血管通透性增加, 淤积在局部的血液从毛细血管内漏出, 很容易造成出血性梗死。由于肠壁供血立即中断, 组织缺氧迅速, 肠壁组织在很短时间内发生大面积的坏死。在随机的扫描时间内, 无轻度肠缺血的发生。

从表 1 可见, 单纯性闭袢中轻度肠缺血的缺血时间、单纯性闭袢合并静脉结扎中度肠缺血时间和单纯性闭袢合并动静脉同时结扎中重度肠缺血时间之间无统计学意义。说明三者的缺血时间一致性, 即在某一确切的时间段内, 不同小肠梗阻模型所表现的小肠缺血程度不一样。同一的缺血时间, 单纯闭袢仅表现为轻度肠缺血, 而闭袢加静脉结扎的小肠梗阻类型却表现为中度肠缺血, 闭袢加动静脉结扎的小肠梗阻类型则表现为重度肠缺血。

结合表 2 说明闭袢加动静脉结扎以重度肠缺血为主, 单纯性闭袢以轻度肠缺血为主, 闭袢加动静脉结扎的小肠梗阻类型较闭袢加静脉结扎、单纯闭袢更易导致严重的肠缺血。不同的缺血方式导致缺血程度的时间不一样, 单纯性闭袢导致肠缺血是一个慢的递进过程, 肠壁动静脉供血正常, 只是随着肠管的缓慢扩张, 肠壁的血液才出现淤滞状态。闭袢加静脉结扎是在单纯性闭袢导致肠缺血的基础上, 静脉回流中断, 静脉压增高, 肠壁容易水肿、出血, 导致缺血缺氧坏死。对于闭袢加动静脉结扎的小肠梗阻模型, 由于小肠的供血动脉和引流静脉都被中断, 加之闭袢肠管的扩张, 在很短的时间内, 中性粒细胞、血小板和网状内皮细胞释放细胞因子、血小板激活因子、肿瘤坏死因子等, 引起炎症反应而使闭袢肠壁组织缺血坏死。至于单纯性闭袢加静脉结扎表现为轻度肠缺血与单纯性闭袢加动静脉结扎表现为中度肠缺血之间, 所对应的缺血时间差异亦无统计学意义, 其结果意义与上述有一致性, 都说明同一缺血时间, 小肠梗阻类型和病理基础差异, 导致缺血程度不一致。

综上, 笔者认为螺旋 CT 多期增强扫描通过对肠壁有无增厚及靶信号、管腔是否狭窄、系膜脂肪及血管的改变、密度的增高、腹腔内液体量及门静脉内有无气体等 CT 表现, 可初步判断闭袢性肠梗阻有无缺血和缺血程度, 但要进一步判断, 除典型的 CT 表现外, 还需分清闭袢性肠梗阻的缺血类型和不同类型的缺血时间, 不同类型的小肠梗阻导致肠壁缺血的时间各异, 单纯性小肠梗阻对应的缺血时间较长, 一般在 1~2 h 后才发生轻度肠缺血; 若在单纯性小肠梗阻的基础上, 合

并有静脉回流受阻, 则对应的小肠缺血时间明显缩短, 轻、中和重度肠缺血的对应时间大致在 0.5 h、1~2 h 和 3~4 h 左右; 若小肠梗阻合并动脉供血中断, 静脉回流的受阻, 则小肠的缺血在很短的时间内就会发生, 一旦发生, 缺血程度就非常严重, 一般在 0.5 h 左右就会发生中度肠缺血, 1~2 h 就会出现重度肠缺血。不同类型的肠梗阻, 总的缺血时间无明显差异, 但不同程度的缺血时间是有差异的, 同一类型不同时间的小肠梗阻, 对应不同程度的肠壁缺血, 根据小肠梗阻的类型和梗阻的时间, 可大致估计肠壁的缺血程度。不同程度的肠壁缺血, 其处理方法不一样, 因此, 正确判断小肠梗阻的类型和不同类型的梗阻时间非常重要, 根据梗阻的大致时间, 结合临床表现和一些必要的生化指标, 来判断缺血程度, 以此作为临床治疗的参考。

参考文献:

- [1] Balthazar EJ, George W. CT of Small-bowel Obstruction[J]. AJR, 1994, 162(2): 255-261.
- [2] Balthazar EJ, Birnbaum BA, Megibow AJ, et al. Closed-loop and Strangulating Intestinal Obstruction: CT Signs[J]. Radiology, 1992, 185(3): 769-775.
- [3] Wiesner W, Khurana B, Ji H, et al. CT of Acute Bowel Ischemia[J]. Radiology, 2003, 226(3): 635-650.
- [4] Clark RA. Computed Tomography of Bowel Infarction[J]. J Comput Assist Tomogr, 1987, 11(5): 757-762.
- [5] Balthazar EJ, Hulnick D, Megibow AJ, et al. Computed Tomography of Intestinal Hemorrhage and Bowel Ischemia[J]. J Comput Assist Tomogr, 1987, 11(1): 67-72.
- [6] Alpern MB, Glazer G, Francis IR, et al. Ischemic or Infarcted Bowel: CT Findings[J]. Radiology, 1988, 166(1): 149-152.
- [7] Klein HM, Lensing R, Klosterhalfen B, et al. Diagnostic Imaging of Mesenteric Infarction[J]. Radiology, 1995, 197(1): 79-82.
- [8] Balthazar EJ. CT of Small-bowel Obstruction[J]. AJR, 1997, 168(2): 1171-1182.
- [9] Taourel PG, Fabre JM, Pradel JA, et al. Value of CT in the Diagnosis and Management of Patients with Suspected Acute Small-bowel Obstruction[J]. AJR, 1995, 165(9): 1678-1192.
- [10] Fukuya T, Hawes DR, Lu CC, et al. CT Diagnosis of Small-Bowel Obstruction: Efficacy in 60 Patients[J]. AJR, 1992, 158(4): 765-769.
- [11] Horton KM, Fishman EK. Multi-detector Row CT of Mesenteric Ischemia: Can it be Done[J]. RadioGraphics, 2001, 21(6): 1463-1473.
- [12] 袁涛, 于铁链. 肠缺血的 CT 评价[J]. 国外医学: 临床放射学分册, 2003, 26(4): 239-240.
- [13] 霍福涛, 冷天罡, 白仁驹, 等. 急性肠缺血的 CT 诊断[J]. 国外医学: 临床放射学分册, 2004, 27(6): 373-376.
- [14] 张小明, 杨汉丰, 黄小华, 等. 螺旋 CT 多期扫描判断闭袢性肠梗阻肠壁缺血的实验研究[J]. 中华放射学杂志, 2005, 39(7): 755-760. (收稿日期: 2006-01-21 修回日期: 2006-04-13)