论著

文章编号:1000-5404(2008)21-2020-04

64层螺旋CT在兔坠落式颅脑减速伤中的应用

陈 蓉[1],张绍祥[2],尹志勇[3],赵 辉[3],张伟国[1],陈金华[1] (第三军医大学:[1]大坪医院野战外科研究所放射科,重庆 400042,[2]基础医学部人体解剖学教研室,重庆市计算医学研究所,重庆 400038,[3]大坪医院野战外科研究所第四研究室,创伤、烧伤与复合伤国家重点实验室,车辆/生物碰撞安全重庆市市级重点实验室,重庆 400042)

摘 要:目的 应用64层螺旋CT研究兔坠落式颅脑减速伤的伤情特点。**方法** 实验用兔36只,包括对照组(6只)和致伤组(30只)。采用自行设计的减速伤致伤装置复制兔坠落式颅脑减速性损伤,致伤组根据不同致伤高度分为Ⅰ组(2.5 m)、Ⅱ组(3.5 m)和Ⅲ组(7 m)。于致伤后3~4 h行64层螺旋CT平扫,观察兔颅脑减速伤的CT表现,并与大体和显微解剖学观察结果、高速摄像系统所见进行对照。**结果** 坠落高度越高,兔颅脑损伤越严重;蛛网膜下腔出血是最常见的颅内病灶;脑挫裂伤位于撞击处及对冲部位,以对冲部位更严重;颅底骨折均位于对冲部位。CT平扫可准确显示颅骨骨折,且与高速摄像系统所记录的兔颅脑撞击部位一致。对兔颅脑损伤严重的Ⅲ组,CT平扫基本上显示了所有颅脑损伤情况;Ⅱ组轻度损伤者CT扫描呈假阴性;Ⅰ组颅脑CT表现均为阴性。**结论** 64层螺旋CT平扫可显示重度及部分中度兔坠落式颅脑减速伤的伤情特点,能为颅脑损伤机制的基础研究提供有价值的信息。

关键词:CT;颅脑损伤;坠落伤;减速度;动物模型
中图法分类号:R642;R651.150.2;R814.42 **文献标识码**:A

Application of 64-slice multi-detector CT in deceleration brain injury in rabbits after falls

CHEN Rong[1], ZHANG Shao-xiang[2], YIN Zhi-yong[3], ZHAO Hui[3], ZHANG Wei-guo[1], CHEN Jin-hua[1] ([1]Department of Radiology, [3] State Key Laboratory of Trauma, Burns and Combined Injury, Department 4, Institute of Surgery Research, Daping Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400042; [2]Department of Anatomy, College of Medicine, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: Objective To study the nueroimaging features of deceleration brain injury after falls in rabbits by 64-slice multidetector CT. **Methods** The deceleration brain injury was produced in rabbits by a self-made impactor setup. Totally 30 rabbits were divided randomly and equally into 3 groups according to the free-falling heights (2.5, 3.5, and 7 m respectively), and another 6 rabbits served as control group. Noncontrast CT scanning (64-slice multi-detector) was performed in 3 to 4 h after trauma, and CT image features of deceleration brain injury of rabbits were compared with macroanatomy, microanatomy and high speed camera records. **Results** The severity of brain injury of rabbits was increased with fall height. Subarachnoid hemorrhage was the commonest intracranial lesion. Contusion and laceration of brain located at the site of impact and contracoup (away from the site of impact), and the latter was more severe. Basal fracture located at the site of contracoup. Noncontrast CT displayed the shape and location of skull fracture exactly, and was corresponding with the site of impact recording by high speed camera. On CT scan, almost all of brain injuries were revealed

基金项目:国家高技术研究发展计划(863计划)(2006AA01Z310);国家重点基础研究发展计划(973计划)(2005CB522600);973前期研究专项(2007CB516704);国家自然科学基金(60771025,30670513)
Supported by the National "863" High-tech Research and Development Program of China (2006AA01Z310), the National Key Basic Research and Development Plan of China (973 Program, 2005CB522600), the Preliminary Special Fund for 973 Program (2007CB516704) and the National Natural Science Foundation of China (60771025, 30670513)

作者简介:陈 蓉,女,四川省自贡市人,博士研究生,主治医师,主要从事影像诊断学、数字医学方面的研究。电话:(023)68757628
通信作者:张绍祥,E-mail: zhangsx@mail.tmmu.com.cn

收稿日期:2008-06-10;**修回日期**:2008-08-08

in the highest group, some minor brain injury of rabbits in the moderate group were false negative; and all head of rabbits were negative in the lowest group. **Conclusion** Noncontrast 64-slice multi-detector CT displays the characteristic of severe and partial moderate deceleration brain injury from falls in rabbits. Data obtained by this procedure may provide valuable information for brain injury mechanism.

Key words: computed tomography; brain injury; fall; deceleration; animal model

高处坠落伤(或垂直减速伤)是现代常见损伤,致残、致死率高,同时给家庭和社会造成巨大的经济负担[1]。据统计,在美国每年有 16 000 ~ 18 000 人因高处坠落伤而死亡,而颅脑创伤是高处坠落最主要的致命性损伤[2,3]。因此,从生物力学角度研究高处坠落伤的致伤机制,掌握其伤情特点,对坠落式颅脑减速伤的预防、早期确诊和治疗意义重大。CT 图像清晰、解剖定位准确,是目前评价急性颅脑创伤的首选影像学检查方法[4,5],但极少应用于颅脑创伤实验的基础研究。本实验拟利用高分辨 64 层螺旋 CT 研究兔坠落式颅脑减速伤的伤情特点。

1　材料与方法

1.1　实验动物及分组

经预实验建立致伤高度与兔颅脑损伤程度间的关系后,实验用健康家兔 36 只,体质量(2.0 ± 0.5) kg(由大坪医院野战外科研究所实验动物中心提供)。分为对照组(n = 6)和致伤组(n = 30),致伤组根据不同致伤高度分为Ⅰ组(2.5 m,n = 9)、Ⅱ组(3.5 m,n = 10)和Ⅲ组(7 m,n = 11)。实验前禁饮、禁食 4 h,3% 戊巴比妥钠行耳缘静脉缓慢注射麻醉(30 mg /kg),并进行气管插管。

1.2　实验装置及动物致伤

自行设计的中-小型动物减速伤致伤装置,由滑动导轨、动物固定台车、基座、撞砧及支架等 5 部分组成。兔仰卧固定于动物固定台车上,支架托起头部,颅顶部对准撞砧,分别从2.5、3.5 m 和 7 m 高度自由下落。同时运用高速摄像系统[6]记录动物致伤全过程。

1.3　CT 扫描及图像后处理

CT 扫描仪为美国 GE 公司 LightSpeed 64 层螺旋 CT 机。致伤后 3 ~ 4 h 行 CT 扫描,兔仰卧于自制的动物固定板上,头位于扫描台中心线,行头部冠状位平扫。对照组和致伤组家兔均先做层厚为 1.25 mm 的轴层扫描,以观察颅脑软组织结构;再做层厚为 0.625 mm 的螺旋扫描,进行三维重建观察颅骨情况。视野 9.6 cm × 9.6 cm,扫描矩阵 512 × 512,曝光条件 100 kV,80 mA,螺距 0.984∶1,机架转速 0.5 s/r。

将 CT 扫描所得数据传至 GE 公司 AW4.2 工作站进行图像后处理。采用软组织算法和骨算法,根据不同病变部位进行多平面重建(multiplanar reconstruction, MPR),对颅骨进行三维容积再现(volume rendering, VR)重建。观察兔颅脑减速伤的 CT 表现,并与大体和显微解剖学观察结果、高速摄像系统所见进行对照。

1.4　病理解剖学观察

CT 扫描完成后,对兔头皮、颅骨及脑组织损伤情况进行大体解剖学观察。撞击部位、对冲部位及对照组对应脑组织经 10% 福尔马林固定,常规乙醇脱水、二甲苯透明、石蜡包埋后,行 HE 染色进行显微病理解剖学观察,并用数码相机摄片保存。

1.5　统计学分析

采用 SPSS 13.0 统计软件进行配对计数资料的 χ^2 检验,κ 系数代表吻合度。

2　结果

本实验复制出的兔坠落式颅脑减速伤急性期伤情有:头皮挫伤或血肿、颅骨骨折、硬膜下血肿、蛛网膜下腔出血(包括脑室出血)、脑挫裂伤、脑实质和脑膜充血、轻度脑水肿和颅内积气。

2.1　病理解剖学观察结果

光镜下,脑挫裂伤主要表现为局部脑实质出血,神经元肿胀,小血管充血、水肿,严重者可见脑组织毁损。3 组中,Ⅲ组颅脑损伤最严重,受伤后均即刻死亡;Ⅱ组颅脑损伤程度和范围均较Ⅲ组轻;Ⅰ组颅脑损伤最轻,脑实质内无肉眼可见损伤,光镜下撞击部位可见脑膜充血。

2.2　兔坠落或颅脑减速伤的 CT 表现及大体解剖学结果

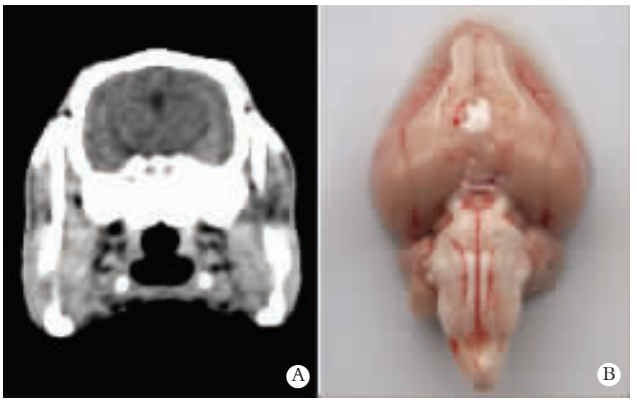
致伤组家兔颅脑减速伤 CT 表现与大体解剖学结果见表 1。颅脑 CT 表现与大体解剖学观察结果对照,Ⅲ组吻合度较好(κ = 0.671, P < 0.001),Ⅱ组吻合度一般(κ = 0.448, P < 0.001),Ⅰ组颅脑 CT 表现均为阴性。CT 清晰显示了所有颅骨骨折,其中撞击处颅骨骨折 12 只(表现为线性骨折、凹陷性骨折和粉碎性骨折),颅底骨折 10 只(主要位于撞击侧的中或前颅窝),撞击侧颧弓骨折 3 只,下颌骨骨折 2 只。CT 见颅内积气 7 只,均伴发于颅底骨折,而大体解剖不易发现颅内积气。蛛网膜下腔出血见于Ⅱ、Ⅲ组所有动物,多位于脑干周围及脑组织底部,也可位于脑室内,以Ⅲ组出血量多。在 12 只开放性颅脑损伤中,脑挫裂伤位于撞击处及对冲部位(颞叶底部、视交叉周围),以对冲部位更严重。而在闭合性颅脑损伤中,对冲部位脑挫裂伤明显,冲击部位无脑挫裂伤或较轻。见图 1 ~ 3。

2.3　CT 显示兔颅脑致伤部位

高速摄像系统清晰记录了撞砧撞击兔颅脑的准确部位。12 只兔开放性颅脑损伤中,CT 显示 10 只颅骨骨折处为高速摄像所示撞击部位,其余 2 只骨折范围超出了撞击部位,但均为凹陷性骨折,最凹点与撞击点吻合。CT 显示 7 只头皮血肿处为高速摄像所示撞击部位,其余 5 只头皮血肿范围均超出了撞击部位。

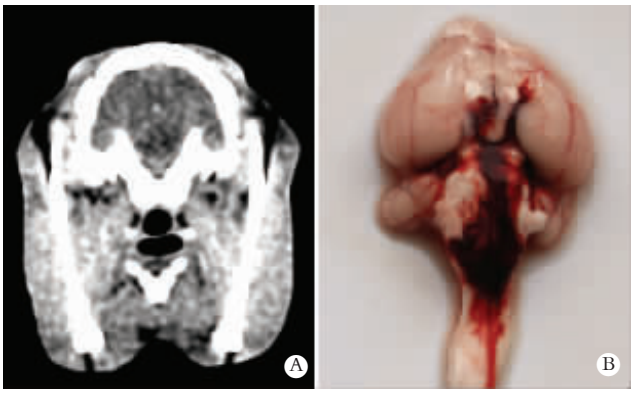
表 1　致伤组家兔颅脑减速伤 CT 表现与大体解剖学结果

组别	例数	头皮挫伤/血肿		颅骨骨折		硬膜下血肿		蛛网膜下腔出血		脑挫裂伤	
		解剖	CT	解剖	CT	解剖	CT	解剖	CT	解剖	CT
Ⅰ	9	4	0	0	0	0	0	3	0	0	0
Ⅱ	10	9	6	3	3	3	0	10	4	6	3
Ⅲ	11	11	11	9	9	8	5	11	10	11	9



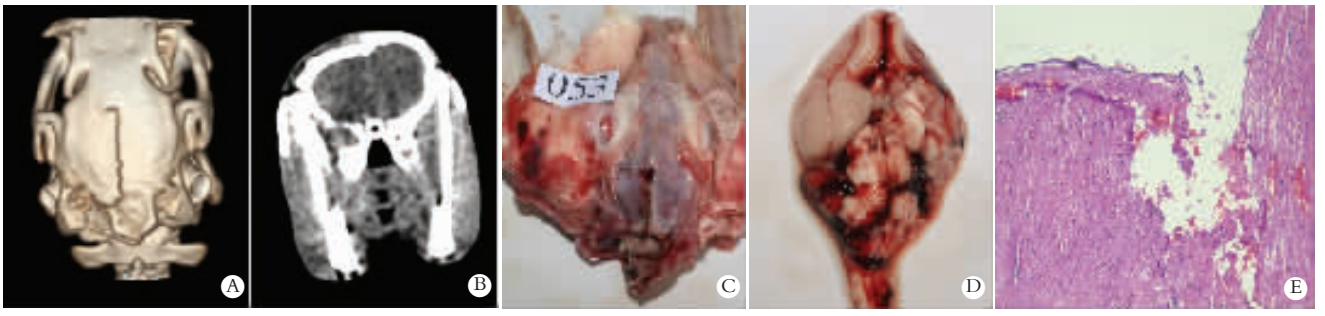
A:CT平扫颅脑未见异常;B:大体解剖脑组织未见损伤

图1　Ⅰ组家兔颅脑CT和大体解剖学观察



A:CT平扫示脑干周围蛛网膜下腔出血,第三脑室积血;B:大体解剖示脑干周围及脑组织底部明显蛛网膜下腔出血,未见脑挫伤

图2　Ⅱ组家兔颅脑损伤CT和大体解剖学观察



A:CT三维重建图像示左侧顶枕骨凹陷性骨折;B:CT断层图像示左侧顶枕部头皮血肿,同侧顶枕骨凹陷性骨折,左侧颞叶挫裂伤,脑底部蛛网膜下腔出血;C:大体解剖示左侧顶枕骨凹陷性骨折,头皮血肿;D:大体解剖示脑干周围及脑组织底部明显蛛网膜下腔出血,左侧额颞叶底部对冲性脑挫裂伤;E:光镜下,脑挫裂伤区局部脑组织毁损、破裂,脑实质出血(HE×200)

图3　Ⅲ组家兔颅脑损伤CT三维重建、CT扫描、大体解剖学及HE染色结果

3　讨论

坠落伤是指从一定高度坠落于地面而发生的损伤,可造成直接撞击性损伤(如骨折)和减速性损伤(如脏器伤)[3]。研究表明[7,8],坠落伤的损伤类型、伤情程度、救治效果及转归情况与坠落原因、高度、着地姿势、年龄、体质量、地面性质、空中障碍物阻挡、气候条件等因素有关。其中坠落高度是决定伤情的主要因素。通常情况下,落差越大,损伤越重,伤情越复杂,以头部着地损伤最重,其重伤及严重创伤达55.61%。目前就高处坠落致颅脑损伤的临床病例报道多,但由于致伤条件及水平不能控制,伤情特点还不十分清楚。而动物实验可以控制损伤水平,模拟难以在人体实验的头部受损过程,能够研究颅脑组织的动态变化过程[9]。本实验所用家兔体质量较均匀,撞击点以顶部为中心,地面性质及周围环境条件一致,研究不同高度(2.5、3.5 m和7 m)自由下落兔颅脑的致伤规律和伤情特点。结果显示,致伤高度越高,兔颅脑损伤越严重;蛛网膜下腔出血是最常见的颅内病灶;脑挫裂伤位于撞击处及对冲部位,以对冲部位更重;颅底骨折均位于对冲部位。冲击伤及对冲伤的伤情特点与人类颅脑减速伤相似[10,11]。王千等[10]研究认为,枕部减速伤造成额部对冲性损伤的根本原因在于额底部的不规则解剖结构及枕部减速伤的发病机制。王守森等[11]分析认为颅脑减速伤在运动中突然撞击障碍物而停止,头部本身将吸收较大的能量,除着力部位有直接损伤外,对冲部位也可以出现较严重的损伤。由于颅脑损伤机制复杂,颅脑减速伤的伤情特点可能与撞击速度、撞击方向、颅腔解剖结构、脑组织与颅骨间的相对运动以及局部区域的应力、应变等有关[12,13]。

CT检查能够确定是否存在颅脑损伤,直接显示损伤的部位和范围,并提供手术导航信息,将手术的侵袭性降低到最低限度,可降低死亡率和减少后遗症[5]。随着医学影像技术的迅猛发展,高分辨64层螺旋CT可获得更薄的层厚(达0.625 mm),减少层面间信息的重叠;扫描速度明显提高,空间分辨率及纵轴覆盖范围增大,获得的容积信息更为丰富;实现了真正意义上的各向同性扫描,可作不同方位断面的图像重建和图像后处理,对颅脑外伤病变的显示极其有效。目前,影像学从一种诊断手段转变为一种研究方法,在越来越多的基础研究领域发挥重要作用[14]。

本实验采用薄层CT扫描,并仔细调节窗宽、窗位,对脑组织及颅骨均采用MPR技术进行多方位观察,提高了对兔颅脑小出血灶的显示,充分显示了各种类型的

颅骨骨折。对兔颅骨进行 VR 三维重建,将颅骨骨折的形态、位置,尤其是凹陷性骨折、粉碎性骨折及颅底骨折显示得更加立体、直观。本研究 64 层螺旋 CT 对颅骨骨折的准确显示是其最大优势,且与高速摄像系统所记录的兔颅脑撞击部位一致。对兔颅脑损伤严重的Ⅲ组,64 层螺旋 CT 基本上显示了其所有颅脑损伤情况,尤其是头皮血肿、颅骨骨折、颅内积气、明显的蛛网膜下腔出血和脑挫裂伤。由于存在射线束硬化现象,常规 CT 检查对小的血肿、非出血性病变及脑干病变不太敏感[5],加之有的家兔硬膜下血肿较薄,脑挫裂伤呈淤点状,蛛网膜下腔血量较少,致Ⅱ组中部分家兔 CT 平扫呈假阴性表现。Ⅰ组大体解剖及 CT 平扫脑实质内均无异常改变,光镜下撞击部位可见脑膜血管充血。研究表明,新一代脑 CT 灌注成像(perfusion CT)能够无创性评价脑组织血流灌注情况,脑 MRI 功能成像技术能更敏感地检测弥漫性轴索损伤等病灶[14]。

综上所述,本实验采用自行设计的减速伤致伤装置复制了兔坠落式颅脑减速伤,应用 64 层螺旋 CT 研究其伤情特点,并与大体和显微解剖学观察、高速摄像系统所见进行对照,发现 64 层螺旋 CT 平扫可显示重度及部分中度兔坠落式颅脑减速伤的伤情特点,能为颅脑损伤机制的基础研究提供有价值的信息。

参考文献:

[1] Yeen W, Carrillo E H, Bragg S, *et al*. Cost analysis of vertical deceleration injury in the acute setting[J]. Eur J Trauma Emerg Surg, 2007, 33(3): 251 - 255.

[2] Rockett I R, Smith G S. Homicide, suicide, motor vehicle crash, and fall mortality: United States experience in comparative perspective[J]. Am J Public Health, 1989, 79(10): 1396 - 1400.

[3] Yagmur Y, Guloglu C, Aldemir M, *et al*. Falls from flat-roofed houses: a surgical experience of 1643 patients[J]. Injury, 2004, 35(4): 425 - 428.

[4] Toyama Y, Kobayashi T, Nishiyama Y, *et al*. CT for acute stage of closed head injury[J]. Radiat Med, 2005, 23(5): 309 - 316.

[5] Lee B, Newberg A. Neuroimaging in traumatic brain imaging [J]. NeuroRx, 2005, 2(2): 372 - 383.

[6] 赵　辉, 尹志勇, 王正国, 等. 兔正碰交通伤的实验研究[J]. 第三军医大学学报, 2007, 29(17): 1657 - 1659.

[7] 谭宗奎, 陈庄洪. 坠落伤伤情与影响因素[J]. 创伤外科杂志, 2005, 7(3): 231 - 232,235.

[8] Bertocci G E, Pierce M C, Deemer E, *et al*. Influence of fall height and impact surface on biomechanics of feet-first free falls in children [J]. Injury, 2004, 35(4): 417 - 424.

[9] LaPlaca M C, Simon C M, Prado G R, *et al*. CNS injury biomechanics and experimental models [J]. Prog Brain Res, 2007, 161: 13 - 26.

[10] 王　千,朱青峰,扬　婷,等. 枕部减速伤致颅底面脑挫伤的解剖特点[J]. 解剖与临床, 2002, 7(1/2): 44 - 45.

[11] 王守森, 荆俊杰, 王如密. 颅脑撞击性损伤的生物力学机制[J]. 福州总医院学报, 2002, 9(3): 205 - 207.

[12] Drew L B, Drew W E. The contrecoup-coup phenomenon: a new understanding of the mechanism of closed head injury[J]. Neurocrit Care, 2004, 1(3): 385 - 390.

[13] 姜燕平, 刘宝松, 王正国, 等. 模拟颅脑受撞击致伤时颅内应力的光弹性法测定[J]. 中华物理医学与康复杂志,1999,21(4): 233 - 235.

[14] 高　燕,吴海鸽,樊树峰. 创伤性脑损伤弥散加权及弥散张力成像研究[J]. 医学影像学杂志, 2007, 17(10): 1126 - 1128.

(编辑　吴培红)

(上接 2014 页)

度不同,一般分为 3 度。轻度:血清钠在 137 ~ 130 mmol/L,患者出现疲倦感、头晕头痛、反应迟钝、不思饮食;中度:血清钠在 129 ~ 120 mmol/L,症状加重,出现恶心、呕吐、皮肤松弛、反射降低、血压下降;重度:血清钠在 120 mmol/L 以下,恶心、呕吐加剧,精神恍惚、神志淡漠,最后发生昏迷。患者术后因麻醉及止痛药物影响,可引起恶心、呕吐等反应。特别注意鉴别其表现的程度、性质等,严密观察神志变化,及时发现问题,及早处理。

2.3　TURP 综合征的治疗

当血 Na^+ < 120 mmol/L,属于 TURP 综合征重度,如未能及时发现,延误治疗 16 h,可出现抽搐、呼吸停止、永久性大脑损害,甚至死亡[3]。因此,TURP 综合征发生后应及时利尿补钠,限制输液量,防止心衰、肺水肿、脑水肿,必要时人工呼吸机辅助通气。补充浓氯化钠液体时,首入量为总量的 1/3,一般输入 5% 氯化钠液 200 ~ 300 ml,同时严密监测电解质变化,以后根据病情决定输入氯化钠液体浓度。切忌大量补液后再补钠,并切忌快速、高浓度。严格记录出入液量,准确给药。在低钠急性期一般以每小时提高 1 ~ 2 mOsm/L 渗透压浓度速度补充即可,防止高渗状态,以免造成严重后果。加强特护,严密观察生命体征变化。由于人体的自身调节功能,使得低钠血症的临床表现较为迟缓,通常在 48 h 后才出现症状,因此,临床上术后一定要警惕发生低钠血症,一旦出现症状,必须及时诊治。该患者术后 12 h 突然出现 TURP 综合征表现,由于诊断治疗及时,康复良好。

2.4　TURP 综合征的高危因素及预防

夏恩兰等[3]报道低钠血症发生的高危因素有手术创面大,手术时间长,未监测灌流液出入量差值及电解质变化,膨宫压力过高以及机体对非电解质溶液的自身调节因素等。因此,为了预防 TURP 综合征的发生,其术中麻醉尽量选择区域阻滞麻醉,使患者处于清醒状态,当膨宫压力低于 100 mmHg 时,不能超过平均动脉压,术中准确记录膨宫液体的出入量,监测血钠浓度,尽量缩短手术时间,防止子宫穿孔。术后加强护理,严密观察患者的临床表现,及时发现和治疗,并重视患者机体的自身调节能力,是避免低钠血症发生和预防严重后遗症的关键。

关键词: 宫腔镜;TURP 综合征

中图法分类号: R619　　**文献标识码:** B

参考文献:

[1] Agostini A, Bretelle F, Cravello L, *et al*. Complications of operative hysteroscopy[J]. Presse Med, 2003, 32(18): 826 - 829.

[2] 关　铮. 现代宫腔镜诊断治疗学[M]. 北京:人民军医出版社, 2001: 30.

[3] 夏恩兰,夏恩菊,陈　芳,等. 行宫腔镜手术发生严重并发症 35 例临床分析[J]. 中华妇产科杂志, 2001, 36(10): 596 - 599.

(编辑　王小寒)