

家犬马尾及其受压模型的建立

李浩鹏, 贺西京, 王栋, 徐思越, 吕惠茹, 王展
(西安交通大学第二医院骨二科, 陕西 西安 710004)

【摘要】 目的: 观察家犬腰骶部神经结构与人类马尾的异同点, 建立与人类马尾受压类似的动物模型, 研究其病理变化。方法: 废弃家犬 4 只经颈静脉加压灌注后, 自后侧入路剖开腰骶椎管, 测量椎管的直径及硬膜外间隙, 观察马尾神经的组成及走行。2 只家犬麻醉后自 L₆ 椎板潜行置入水囊, 关闭注水, 用诱发电位和 MR 检测。结果: 犬的腰椎共有 7 节, 椎管在 L₆ 水平横径为 1.4~1.6 cm, 前后径 1.2~1.4 cm, 硬膜外间隙约 0.2 cm, 共计 5 对神经根围绕在终丝斜向外下形成马尾。脊髓圆锥下端平 L₆ 水平。在 L_{5,6} 椎板下, 硬膜外间隙置入硅胶水囊后, 在未注水加压时, 犬的行为学及诱发电位均无改变; 逐渐注水后随着压力的上升, 行为学及诱发电位均有相应的改变。MR 可以显示相对应的水囊所占椎管的容积。结论: 家犬马尾与人类的相似, 硅胶水囊置入和注水法, 重复性好, 动物生存率高, 可以成功建立马尾慢性压迫模型。

【关键词】 马尾; 解剖; 马尾受压综合征; 动物, 试验

Production of cauda equina compression models of canines LI Haopeng, HE Xi-jing, WANG Dong, XU Si Yue, LV Huiru, WANG Zhan. *The Second Orthopaedics, the 2nd Affiliated Hospital of Jiaotong University of Xi'an, Xi'an 710004, Shanxi, China*

ABSTRACT Objective: To study the similarities and differences of the lumbosacral anatomic structure between canine and human, and to produce cauda equina compression models which are similar to human, so as to study pathological changes of cauda equina. **Methods:** Formaldehydum polymerisatum solution with the concentration of 4% was enhancing perfused into cervical veins of 4 disused canines, and the lumbosacral vertebral canal was opened from posterior approach to measure the diameter of vertebral canal and epidural space, also observed conformation and courser of cauda equina. A water sac was induced under the lamina of L₆ in 2 canines respectively after being anesthetized. The ethological, electrophysiological and morphological changes were observed. **Results:** In the present study, the canine had 7 lumbar vertebrae. At the level of L₆, the transverse diameter of vertebral canal ranged from 1.4 to 1.6 cm and the occipitofrontal diameter from 1.2 to 1.4 cm. The width of epidural space was about 0.2 cm. There were 5 couples of nerve roots toward inferolateral in all around the filum terminale which formed the cauda equina. The bottom of medullary cone was at the level of L₆. The canine's behavior and EP didn't change when the water sacs, which were laid in the epidural space under the lamina of L_{5,6}, were empty. As the water was perfused into the sac more and more, the pressure in the sac increased gradually and the canine's behavior and EP changed. MR showed the volume of water sacs occupying the vertebral canal. **Conclusion:** The Canine's cauda equina is similar to human's. The method, that laying water sacs in the epidural space under the lamina of L_{5,6} and filling them with water gradually to build the model of chronic compression of the cauda equina, has following advantages: well repeatable operation, high canine survival rate, success to build chronic compression models of cauda equina.

Key words Cauda equina; Anatomy; Cauda equina syndrome; Animals, laboratory

建立慢性渐进性马尾受压动物模型, 是实验和临床研究的需要, 在马尾受压实验中, 犬是常用动物, 但其解剖学资料不多, 为此, 我们将家犬马尾作了较详细的解剖, 报道一种建立慢性马尾受压模型的方法。

1 犬马尾的解剖

1.1 材料和方法 废弃活犬 4 只, 3 雄 1 雌, 体重 13~15 kg, 麻醉后颈静脉插管, 高压灌注 4% 多聚甲醛溶液约 5 000 ml 冲洗灌注, 并切开放动脉使积血流出, 至流出液清晰, 尾巴变硬, 固定后放置 24 h, 进行解剖。

1.2 结果 7 节腰椎的犬有 3 只, 6 节的 1 只, L₆ 椎管前后

径 1.2~1.4 cm, 横径 1.4~1.6 cm, 横径略大于前后径, 硬膜外有脂肪, 硬膜外间隙 0.2 cm, 犬的脊髓圆锥细而长, 从 L₃ 平面一直延伸到 L₅、L₆ 腰椎平面, 其中 S₁ 节段位于 L₅ 平面, 脊髓位于中央, 表面血管丰富, 腰神经腹根和背根分别起于脊髓圆锥的腹背两侧, 向下位于圆锥的两旁, 贴硬膜囊内壁下行, 列于终丝的周围, 形成马尾。犬马尾神经根的排列与人类相似, 上位处于外侧, 下位处于内侧, 马尾的前后根清晰可见, 容易分离, 其特征是前根较细色暗, 位于腹内侧, 后根较粗, 色白, 位于背外侧, 前后根在穿出硬膜孔时容易确定。犬的骶神经根共有 3 对。硬膜向两侧延伸, 包绕脊神经。犬的脊神经根腹根和背根各自有硬膜包绕, 至脊神经节处才相互融合, 不论脊神经根有多长, 背根神经节均位于椎间孔内。在神经根定位时, 先确定 L₇ 神经根, 它最粗大, 直径 2 mm 以上, 从 L₇ 与骶骨之间的椎间孔穿出, L₇ 与 S₁ 间神经根硬膜孔距离较大, 长约 1 cm 左右, 而 S₁~S₃ 神经根排列密集, 间隙 0.5 cm 左右, S₁ 和 S₂ 神经从骶椎间孔穿出, S₃ 神经从骶骨与 S₁ 的椎间孔穿出。坐骨神经由 L₅₋₇ 及 S₁ 组成。

2 建立动物模型

2.1 实验材料及仪器 家犬 2 只, 体重 15~20 kg, 1 雌 1 雄, 脊柱后路器械 1 套, 常规消毒, 硅胶水囊 2 个, 其中水囊直径 2.0 cm, 长 2.2 cm, 容积 8.2 cm³, 在完全膨胀时它的横截面积比椎管横截面积大约超过 20%, 与直径 2 mm、长 15 cm 硅胶管相连。测压计 1 个三通管 1 个及磁刺激诱发仪器 1 台。方法: 2.5% 硫喷妥钠 1 ml/kg 麻醉后, 自 L₆ S₁ 棘突的正中切口, 将 L₇ 棘突椎体咬除暴露硬膜外间隙, 将水囊轻巧潜行置入 L_{5,6} 椎板下, 导引管自皮肤戳孔引出。冲洗、关闭伤口。术后犬清醒, 立即观察诱发电位, 随后清洁环境下喂养, 用抗生素预防感染, 在伤口愈合后, 逐渐注入水量, 每周 0.5 ml, 测量压力, 观察动物行为学及诱发电位变化。

2.2 结果 2 只犬在麻醉清醒后均可站立行走, 二便正常, 诱发电位与术前无变化。术后 2 周开始, 水囊注水每周 1 次, 每次 0.5 ml, 至第 7 周时, 水囊已注水 3 ml, 动物跛行, 但无大小便失禁, 诱发电位示传导速度下降, 波幅降低。至术后第 11 周, 水囊内已注水 5 ml, 动物不能站立, 诱发电位测不出。针刺无逃避反应, 二便失禁, 肛门外翻, 处死动物。暴露腰椎管后, 发现水囊对马尾有明显压迫。

3 讨论

腰椎管狭窄合并长期马尾神经受压是临床上经常遇到的

病例, 然而其病理生理机制仍未深入了解。由于人体研究的局限性, 动物模型的设计成为临床研究的重要补充和条件。近年来各国学者制作了多种动物模型^[1,2], 早期的实验进行急性或亚急性压迫造成硬膜外组织包括血管的损伤及瘢痕, 类似于椎板减压后, 马尾神经粘连, 但这并无确切的临床相关性。为了研究马尾神经慢性压迫, 用其他一些材料压迫马尾神经的动物模型也屡有报道, 如用气球在猪和狗^[3,4] 身上做试验, 观察其马尾的电生理和组织学变化, 但持续压迫的神经仅几小时。慢性进行性压迫动物模型的设计关键在于: ①动物在最初的手术中生存下来并能按照实验的要求生存一定的时间。②马尾神经压迫能模仿人类腰椎管狭窄的病理发展进程, 呈慢性进展。③高度可重复性。本实验选用成年家犬在 L_{5,6} 硬膜腔内置入硅胶水囊, 可以缓慢注入液体, 逐渐增加压力, 造成类似于椎管狭窄的模型。本实验所用硅胶, 已广泛用于临床, 与组织相容性良好, 无明显的排异反应和毒副作用, 注入管与测压仪经三通管相连, 可以准确测定出水囊内压力, 由于水囊的直径大于椎管的直径, 水囊的压力可以反映出马尾神经压力, 水囊壁有一定的弹性和可塑性, 马尾神经的压力可以得到均匀的传导。用诱发电位和核磁共振检测可以反映出椎管内压力、水囊容积占椎管的截面积和诱发电位之间的关系, 并结合行为学和组织学评价, 比较直观地反映出马尾神经压迫的病理机制, 当水囊内的水抽出时, 可达到腰椎管减压的目的, 以观察马尾神经压迫在一定程度上减压后的恢复效果。

参考文献

- 1 Jespersen SM, Hansen ES, Hoy K, et al. Two level spinal stenosis in minipigs: the modynamic effects of exercise. *Spine*, 1995, 24: 2765-2773.
- 2 Takenobu Y, Katsube N, Marsala M. Model of neuropathic intermittent claudication in the rat: methodology and application. *Neurosci Methods*, 2001, 104: 191-198.
- 3 Garfin SR, Cohen MS, Massie JB, et al. Nerve roots of the cauda equina: the effect of hypotension and acute graded compression on function. *J Bone Joint Surg(Am)*, 1990, 72: 1185-1192.
- 4 Sato K, Konno S, Yabuki S, et al. A model for acute, chronic, and delayed graded compression of the dog cauda equina: neurophysiologic and histologic changes by acute, graded compression. *Spine*, 1995, 20: 2386-2391.

(收稿日期: 2005-06-03 本文编辑: 连智华)