

◆ 实验研究

Relationship of Mn^{2+} concentration and MRI relaxation ratio in rat serum and saline

JIN Bo, ZHAO Dawei, KUANG Lianqin, WANG Yi*

(Department of Radiology, Institute of Surgery Research, Third Affiliated Hospital, Army Medical University, Chongqing 400042, China)

[Abstract] **Objective** To explore the relationship of Mn^{2+} concentration and MRI T1 value and relaxation ratio in rat serum and saline. **Methods** All samples of rat serum and saline containing Mn^{2+} concentration of 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7 and 0.8 mmol/L were prepared and used for T1W and T1-mapping imaging with a small animal MR instrument, the T1 value of each sample was measured, and relaxation ratio was calculated. The difference of T1 value between these two medium containing the same Mn^{2+} concentration and medium containing different Mn^{2+} concentration were compared, and the relationship between Mn^{2+} concentration and relaxation ratio was analyzed. **Results** With the absence of Mn^{2+} , saline showed low signal intensity and rat serum showed medium signal intensity on T1WI. As Mn^{2+} concentration increased, T1WI signal intensity of both saline and rat serum increased gradually, and T1WI signal intensity of rat serum in rats increased faster. T1 value of rat serum was lower than that of normal saline (all $P < 0.001$) of every Mn^{2+} concentration. T1 values in rat serum and saline containing different Mn^{2+} concentrations were statistically different (both $P < 0.001$). When Mn^{2+} concentration increased, T1 value decreased gradually, and the difference between any two Mn^{2+} concentration were all statistically significant (all $P < 0.001$). The relaxation ratio showed nearly a linear dependence on Mn^{2+} concentration in rat serum and saline. **Conclusion** Mn^{2+} can shorten T1 value of rat serum and saline, and relaxation ratio has a linear relationship with Mn^{2+} concentration.

[Key words] Manganese; Magnetic resonance imaging; Longitudinal relaxation time; Relaxation ratio; Rats; Serum
DOI:10.13929/j.1003-3289.201801143

大鼠血清和生理盐水中 Mn^{2+} 浓度与 MRI 弛豫率变化的关系

金波, 赵大威, 旷连勤, 王毅*

(陆军军医大学第三附属医院野战外科研究所放射科, 重庆 400042)

[摘要] **目的** 探讨在大鼠血清和生理盐水中 Mn^{2+} 浓度与 MR T1 值及弛豫率间的变化关系。 **方法** 配制 Mn^{2+} 浓度为 0、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7 及 0.8 mmol/L 的生理盐水和大鼠血清样本, 采用小动物 MR 成像仪对各样本行 T1W 及 T1-mapping 成像, 测量各样本 T1 值, 并计算弛豫率。比较相同 Mn^{2+} 浓度时 2 种介质间和不同 Mn^{2+} 浓度间 T1 值的差异, 并分析 Mn^{2+} 浓度与弛豫率的关系。 **结果** Mn^{2+} 浓度为 0 时, 生理盐水呈低信号, 大鼠血清呈中等信号; 随着 Mn^{2+} 浓度升高, 生理盐水和大鼠血清的 T1W 信号均逐渐增高, 大鼠血清 T1WI 信号上升更快。相同 Mn^{2+} 浓度的 2 种介质间, 大鼠血清的 T1 值均小于生理盐水 (P 均 < 0.001)。大鼠血清和生理盐水中, 不同 Mn^{2+} 浓度样本间 T1 值差异均有统计学意义 (P 均 < 0.001), 随着 Mn^{2+} 浓度增大, T1 值均逐渐减小, 两两 Mn^{2+} 浓度间比较差异均有统计学意义 (P 均 $<$

[基金项目] 国家自然科学基金(81671943)。

[第一作者] 金波(1992—), 男, 四川广元人, 在读硕士。研究方向: 腹部及分子影像学。E-mail: kingmac92@163.com

[通信作者] 王毅, 陆军军医大学第三附属医院野战外科研究所放射科, 400042。E-mail: ywhxl@qq.com

[收稿日期] 2018-01-24 **[修回日期]** 2018-06-01

0.001)。大鼠血清及生理盐水中, Mn^{2+} 浓度与弛豫率呈近似线性关系。结论 Mn^{2+} 可缩短大鼠血清和生理盐水这 2 种液体介质的 T1 值, 且 Mn^{2+} 浓度与弛豫率呈线性关系。

[关键词] 锰; 磁共振成像; 纵向弛豫时间; 弛豫率; 大鼠; 血清

[中图分类号] R445.2; R-332 [文献标识码] A [文章编号] 1003-3289(2018)09-1307-05

顺磁性金属离子因具有较大的磁偶极矩, 一直是 MRI 研究的重要对象, 如离子与蛋白质的连接、离子结合位点的周围环境等, 能为新型 MRI 对比剂的研发奠定基础^[1-2]。弛豫效能是评价 MRI 对比剂的重要参数之一^[3], 顺磁性离子对组织或介质中水分子产生的影响, 本质上就是对邻近氢质子弛豫率的影响, 其影响效率即为弛豫效能, 定义为单位浓度对比剂引起氢质子弛豫率的变化, 用弛豫率与对比剂浓度线性拟合的斜率表示。研究^[4-5]表明, Mn^{2+} 可缩短胎牛血清及人血清弛豫时间, 且具有较稳定的理化特性, 被用于 MRI 对比剂的研究。由于不同种类的动物血清成分不同, Mn^{2+} 对其弛豫时间的影响程度也不同, 有关 Mn^{2+} 对大鼠血清弛豫时间影响的研究罕见。本研究探讨 Mn^{2+} 对大鼠血清和生理盐水纵向弛豫时间的影响, 旨在验证 Mn^{2+} 浓度与生物介质弛豫率间的关系, 为研制基于 Mn^{2+} 的新型 MR 对比剂奠定基础。

1 材料与方法

1.1 大鼠血清制备 选取无特定病原体 (specific pathogen free, SPF) 级健康雄性 SD 大鼠 2 只, 体质量分别为 256 g 和 263 g, 血清制备前 12 h 禁饲而不禁饮。参考车兆义等^[6]的方法, 以静脉血样采集针经大鼠腹主动脉取血 15 ml。室温下使血液凝固 1~2 h (不加抗凝剂), 后置入 4℃ 冰箱过夜, 待血清完全自然析出后, 使用离心机进行血清分离, 转速 3 000 r/min, 离心 15 min。离心完成后弃去不溶物, 将血清分装于 2 ml EP 管内, 于 4℃ 冰箱内保存备用。

1.2 $MnCl_2$ 溶液的配制 精确称取 $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ (Sigma-Aldrich 公司, 分子量为 197.91 g/mol) 1.979 1 g, 加入 15 ml 试管中, 再以移液枪向试管内精确加入 10 ml 去离子水, 充分振荡, 使固体药品充分溶解, 最终得到 1 mol/L 的 $MnCl_2$ 溶液。另取一支 15 ml 试管, 采用移液枪先向其内加入 9.9 ml 去离子水, 再加入 100 μ l $MnCl_2$ 溶液, 得到稀释至 10 mmol/L 的 $MnCl_2$ 溶液备用。

1.3 不同浓度 Mn^{2+} 样本的配制 采用上述 10 mmol/L $MnCl_2$ 溶液, 经计算依次配制 Mn^{2+} 浓度为 0、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7 及 0.8 mmol/L 的生理盐水和大鼠血清样本, 每个样本为 240 μ l, 装于 250 μ l

的 EP 管内, 充分振荡, 使液体及 EP 管内壁不含气泡, 以免影响 MR 成像质量。各 Mn^{2+} 浓度的样本配置 3 管, 将配制好的样本固定于胶板上, 并做好标记。

1.4 MR 扫描 采用 BioSpec 70/20 USR 7T 小动物 MR 成像仪 (BRUKER 公司), 内置 ParaVison 6.0 操作系统、小鼠检查床及四通体线圈。控制扫描室内温度为 22℃, 每组样本均进行 T1W 及 T1-mapping 扫描。T1W 扫描参数: TR 1 500 ms, TE 8 ms, 矩阵 256×256, NEX 4, 层厚 1 mm, 层间距 1 mm, FOV 40 mm×40 mm, 扫描时间 4 min 48 s。T1-mapping 参数: TR 5 500 ms, TE 8.5 ms, 矩阵 256×256, NEX 1, 层厚 1 mm, 层间距 1 mm, FOV 40 mm×40 mm, 扫描时间 24 min 56 s 845 ms。

1.5 图像分析 采用 ParaVison 6.0 操作系统中 Image Display and Processing 软件测量各个样本的 T1 值, 于 T1-mapping 图像上, 在成像质量最好的层面设置 ROI, 大小约为 4~5 mm², 软件自动测量 ROI 的 T1 值, 测量 5 次, 取平均值。计算各样本的弛豫率, 弛豫率为 T1 值的倒数。计算不同 Mn^{2+} 浓度相对于生理盐水的弛豫率增强系数 (ϵ^*), 以反映 Mn^{2+} 与蛋白质的结合情况, 公式为 $\epsilon^* = (\text{含 } Mn^{2+} \text{ 大鼠血清弛豫率} - \text{不含 } Mn^{2+} \text{ 大鼠血清弛豫率}) / (\text{含 } Mn^{2+} \text{ 生理盐水弛豫率} - \text{不含 } Mn^{2+} \text{ 生理盐水弛豫率})$ 。

1.6 统计学分析 采用 SPSS 22.0 统计分析软件。数据经正态性检验后, 计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示。以独立样本 *t* 检验比较含相同 Mn^{2+} 浓度的大鼠血清及生理盐水样本的 T1 值, 以单因素方差分析比较含不同 Mn^{2+} 浓度大鼠血清及生理盐水样本的 T1 值, 两两比较采用 LSD 法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同 Mn^{2+} 浓度的 2 种介质 T1WI 信号特征 Mn^{2+} 浓度为 0 时, 生理盐水呈低信号, 大鼠血清呈中等信号; 随着 Mn^{2+} 浓度升高, 生理盐水和大鼠血清 T1W 信号均逐渐增高, 大鼠血清 T1W 信号上升更快 (图 1)。

2.2 不同 Mn^{2+} 浓度的 2 种介质 T1 值 含相同 Mn^{2+} 浓度的大鼠血清与生理盐水样本之间, 大鼠血清的 T1 值均显著小于生理盐水, 差异均有统计学意义 (P 均 < 0.001 , 表 1)。单因素方差分析显示, 大鼠血清

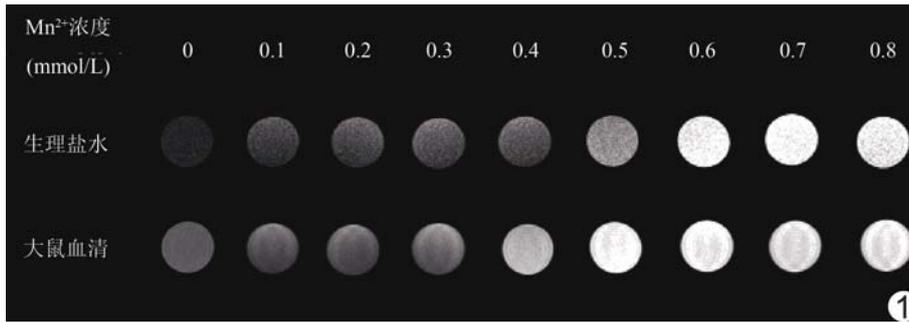


图 1 不同 Mn²⁺ 浓度生理盐水与大鼠血清的 MRI T1WI 信号变化

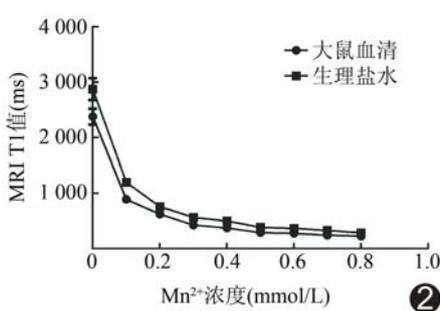


图 2 大鼠血清和生理盐水中 T1 值随 Mn²⁺ 浓度变化的线图

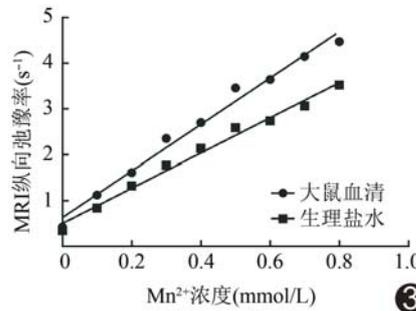


图 3 大鼠血清和生理盐水中 Mn²⁺ 浓度与弛豫率的线性关系图

和生理盐水中,不同 Mn²⁺ 浓度样本间 T1 值差异均有统计学意义 ($F=130\ 878.570, 192\ 180.974, P$ 均 < 0.001 , 表 1), 其 T1 值随 Mn²⁺ 浓度的升高而逐渐减小 (图 2), 且多重比较结果显示任何 2 个不同浓度样本间 T1 值差异均有统计学意义 (P 均 < 0.001)。

2.3 2 种介质中 Mn²⁺ 浓度与弛豫率的关系 大鼠血清及生理盐水中, Mn²⁺ 浓度与弛豫率呈近似线性关系 (图 3)。随着 Mn²⁺ 浓度增加, 弛豫率亦呈近似线性趋势增加, 将 Mn²⁺ 浓度与弛豫率经最小二乘拟合可得线性方程: $R=R_0+rC$, 其中 R 表示 Mn²⁺ 存在时的弛豫率 (s^{-1}), R_0 表示 Mn²⁺ 浓度为 0 时的弛豫率, C 表示

样本中 Mn²⁺ 的浓度 (mmol/L), r 为每增加单位浓度 Mn²⁺ 后弛豫率的变化量。大鼠血清的线性方程为 $Y=5.068X+0.6303$ ($R^2=0.9859$), 生理盐水的线性方程为 $Y=3.836X+0.5012$ ($R^2=0.9884$)。

2.4 Mn²⁺ 与蛋白质的结合情况 相对于生理盐水, Mn²⁺ 浓度为 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7 及 0.8 mmol/L 的大鼠血清样本的 ϵ^* 分别为 1.438、1.228、1.358、1.271、1.354、1.346、1.373 和 1.276, 均 > 1 。

3 讨论

MR 对比剂一直是影像学领域的研究热点之一。近 20 年来, 已有许多新型 MR 探针问世, 可作为钆剂替代品, 但均具有局限性。菲立磁是一种超顺磁性氧化

铁对比剂, 1996 年经美国 FDA 批准入市, 但在随后临床试验中发生严重的过敏及低血压反应, 于 2008 年停止使用。另一种 Mn²⁺ 对比剂 Teslascan (MnDPDP), 其毒性问题无法解决, 美国和欧洲先后宣布停止使用^[7]。含 Mn²⁺ 对比剂应用广泛, 尤其在神经系统^[8]、心脏^[9]及肿瘤^[10]等方面。Mn²⁺ 是第 1 个用作 MR 对比剂的过渡元素, 具有独特的代谢方式和良好的理化特性, 一直是 MR 对比剂研发研究的重点。探讨 Mn²⁺ 离子与蛋白质的相互作用和弛豫效能, 可为相关 Mn²⁺ 螯合剂的进一步发展提供基础^[11]。

血液是一种特殊类型的结缔组织, 哺乳动物血液中

表 1 2 种介质不同 Mn²⁺ 浓度的 T1 值比较 (ms, $\bar{x} \pm s$)

介质	Mn ²⁺ 浓度 (mmol/L)				
	0	0.1	0.2	0.3	0.4
大鼠血清	2 373.52 ± 4.63	888.98 ± 4.47	620.49 ± 4.78	425.01 ± 3.64	370.72 ± 3.73
生理盐水	2 872.57 ± 4.27	1 194.27 ± 4.31	759.22 ± 4.26	564.73 ± 4.51	467.56 ± 3.62
t 值	117.178	109.939	48.321	53.907	41.668
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
介质	Mn ²⁺ 浓度 (mmol/L)				
	0.5	0.6	0.7	0.8	
大鼠血清	289.47 ± 4.73	274.61 ± 4.12	241.34 ± 3.76	223.79 ± 4.16	
生理盐水	386.42 ± 3.81	364.78 ± 4.38	326.95 ± 4.11	285.17 ± 4.51	
t 值	35.694	33.533	34.006	22.000	
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	

的蛋白质主要是白蛋白、球蛋白及纤维蛋白原,其中白蛋白含量最高,占 50% 以上。白蛋白是血液中的非专一性运输载体,具有高度的配体结合能力,能为多种化合物提供结合位点,尤其是一些难溶性小分子有机物和无机离子,与之可逆性结合,形成易溶性复合物,从而使白蛋白成为这些物质的运输载体。白蛋白亦可作为 MR 对比剂的运输载体,用于研发可辨识血管结构和检测血管通透性的对比剂。

大鼠是目前生物医学实验研究中应用最多的小型动物之一,其血清白蛋白与人类血清白蛋白具有很高的相似度。本研究表明大鼠血清和生理盐水 2 种介质中,随着 Mn^{2+} 浓度增大,弛豫率亦增大,二者呈近似线性关系。 Mn^{2+} 影响弛豫参数的程度不仅依赖于离子浓度,也取决于生物液体的组成成分以及 Mn^{2+} 与生物大分子的相互作用^[4-5]。 Mn^{2+} 与血清蛋白(尤其是白蛋白)的相互作用机制已基本阐明, Mn^{2+} 结合至白蛋白相应的结合位点后会减慢自身的自旋时间,并能将 Mn^{2+} 与结合水分子之间的距离缩短,增强 Mn^{2+} 与邻近水分子的相互作用,从而缩短 Mn^{2+} 周围水分子的弛豫时间。荣先国等^[12] 采用荧光光谱法研究 Mn^{2+} 与牛血清白蛋白的相互作用,发现随着 Mn^{2+} 浓度增加,后者的荧光强度降低,二者之间主要为疏水作用和静电作用。

Mn^{2+} 配合物能够产生较高的顺磁弛豫增强效应,根据所罗门-布隆伯根-摩根理论,影响弛豫效应的主要因素为配位水分子数、水交换速率和旋转时间等^[13],当 Mn^{2+} 与血清蛋白结合时,配位水分子数增多,水交换速率增加,旋转时间延长,这是 Mn^{2+} 在大鼠血清中能够产生更大弛豫效能或更大程度改变 T1 值的原因。若血清蛋白与 Mn^{2+} 不发生相互作用,则相同 Mn^{2+} 浓度的大鼠血清与生理盐水的 T1 值应该无差异,即 $\epsilon^* = 1$ 。本研究中,测得含不同 Mn^{2+} 浓度的大鼠血清及生理盐水样本的 ϵ^* 均 > 1 ,提示 Mn^{2+} 与血清中的蛋白质相结合。本研究结果表明 Mn^{2+} 与大鼠血清中的蛋白质发生了相互作用,且 Mn^{2+} 显著缩短了大鼠血清的弛豫时间。

尽管目前 Mn^{2+} 毒性问题尚未完全解决,但是,相对于其他 MR 对比剂候选金属离子而言, Mn^{2+} 是生物相容性最佳、毒性相对较小的离子。得益于当今生物医学技术的不断发展,尤其是生物材料技术的日趋成熟,可利用生物源性大分子或可降解生物材料对 Mn^{2+} 进行修饰,使活体内的游离 Mn^{2+} 浓度更低,在不明显增高血液 Mn^{2+} 浓度的情况下达到理想的效

果。其次, Mn^{2+} 主要由胆汁排出,可极大减轻肾脏负荷。此外,白蛋白具有较好的非特异性结合的生物学特性,且免疫原性低,可将其作为一种普适性运载工具及耦联体,用于新型 MR 对比剂的研发。一方面,对比剂与白蛋白结合后,可延长其在体内的循环时间,增大半衰期并有效维持对比剂浓度,从而达到更好的增强效果;另一方面,对比剂直接暴露于血液中可能对机体产生一定的细胞毒性,与白蛋白结合能降低血液循环中游离对比剂浓度,优化其生物相容性,从而降低不良反应风险。

综上所述,本研究采用大鼠血清来研究 Mn^{2+} 浓度与弛豫率间的相关性,一方面推测 Mn^{2+} 与人类血清白蛋白之间存在相似的相互作用,另一方面,通过探讨 Mn^{2+} 浓度与血清 T1 值及弛豫率的变化规律,为确定 Mn^{2+} 相关大鼠 MR 动物实验的对比剂用量提供依据。

[参考文献]

- [1] Zhao DW, Zhang LT, Cheng HY, et al. Monitoring dynamic alterations in calcium homeostasis by T1-mapping manganese-enhanced MRI (MEMRI) in early stage of small intestinal ischemia-reperfusion injury. *NMR Biomed*, 2015, 28 (8): 958-966.
- [2] Zhao DW, Cheng C, Kuang LQ, et al. A new approach using manganese-enhanced MRI (MEMRI) to diagnose acute mesenteric ischemia in a rabbit model: Initial experience. *Biomed Res Int*, 2015, 2015:579639.
- [3] Felton C, Karmakar A, Gartia Y, et al. Magnetic nanoparticles as contrast agents in biomedical imaging: Recent advances in iron- and manganese-based magnetic nanoparticles. *Drug Metab Rev*, 2014, 46(2):142-154.
- [4] Köylü MZ, Asubay S, Yilmaz A. Determination of proton relativities of Mn(II), Cu(II) and Cr(II) added to solutions of serum proteins. *Molecules*, 2009, 14(4):1537-1545.
- [5] Budak H. Water proton relaxation rate enhancements and association constants for Mn(II) to serum proteins determined by NMR T1 measurements. *Z Naturforsch C*, 2005, 60 (9-10): 807-812.
- [6] 车兆义, 邹悦, 宋清斌. 大鼠实验中几种常用的采血方法探讨. *局解手术学杂志*, 2008, 17(2):84-85.
- [7] Jahanbin T, Gaceur M, Gros-Dagnac H, et al. High potential of Mn-doped ZnS nanoparticles with different dopant concentrations as novel MRI contrast agents: Synthesis and in vitro relativity studies. *J Nanopart Res*, 2015, 17(6):1-12.
- [8] Malheiros JM, Paiva FF, Longo BM, et al. Manganese-enhanced MRI: Biological applications in neuroscience. *Front Neurol*,

2015, 6:161.
 [9] Geelen T, Paulis LE, Coolen BF, et al. Contrast-enhanced MRI of murine myocardial infarction—part I. NMR Biomed, 2012, 25(8):953-968.
 [10] 文亮, 韩丹. 锰增强 MR 诊断肿瘤的研究进展. 中国医学影像技术, 2017, 33(S1):93-96.
 [11] 金波, 赵大威, 王毅. MEMRI 监测早期多器官功能障碍综合征细

胞内 Ca²⁺ 变化的研究进展. 磁共振成像, 2017, 8(10):680-685.
 [12] 荣先国, 高宗华, 黄玉玲, 等. Mn(II) 与 BSA 相互作用的热力学特征. 光谱实验室, 2013, 30(6):3130-3132.
 [13] Qazi S, Uchida M, Usselman R, et al. Manganese(III) porphyrins complexed with P22 virus-like particles as T1-enhanced contrast agents for magnetic resonance imaging. J Biol Inorg Chem, 2014, 19(2):237-246.

Ultrasonographic manifestations of bladder nonfunctional paraganglioma: Case report

膀胱非功能性副神经节瘤超声表现 1 例

王 丹, 陶文鸿

(遵义医学院附属医院超声科, 贵州 遵义 563000)

[Key words] Paraganglioma; Ultrasonography

[关键词] 副神经节瘤; 超声检查

DOI: 10.13929/j.1003-3289.201710120

[中图分类号] R737.14; R445.1 [文献标识码] B [文章编号] 1003-3289(2018)09-1311-01

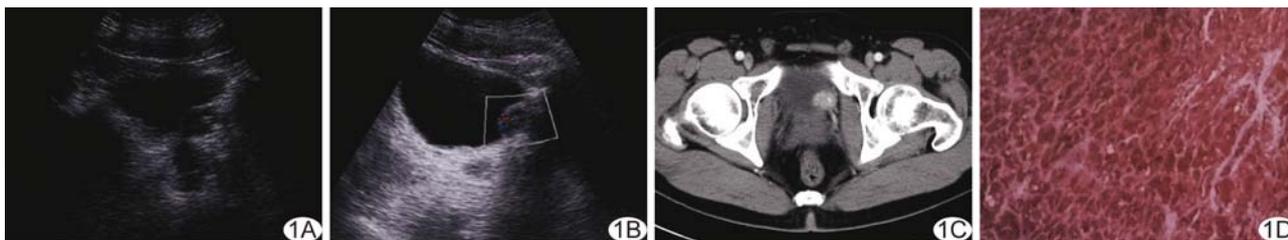


图 1 PUB A. 超声示膀胱左侧壁低回声突起, 内见少许条状强回声; B. CDFI 示低回声突起内点条状血流信号; C. 增强 CT 示膀胱左侧壁类圆形肿块, 内见条状钙化影, 肿块明显强化; D. 病理免疫组化染色示 CgA 胞质阳性(×10)

患者男, 37 岁, 因“下腹部不适 2 月余”入院。血压 125 mmHg / 90 mmHg, 尿常规及尿儿茶酚胺阴性。泌尿系超声: 膀胱左侧壁见约 25 mm × 20 mm 低回声突起, 边界清晰, 形态规则, 内见条状强回声(图 1A), CDFI 示病灶内点条状血流信号(图 1B)。超声提示: 膀胱左侧壁实性占位性病变。盆腔 CT: 膀胱左侧壁见约 27 mm × 24 mm 类圆形肿块突向膀胱, CT 值约 33 HU, 内见条状钙化影, 增强扫描肿块明显强化(图 1C), 考虑膀胱左侧壁肿瘤。行超声定位下开放性膀胱肿瘤切除术, 术中见肿瘤由膀胱肌层达膀胱黏膜层, 完整剥离肿瘤并送病理, 手术过程中患者血压无明显波动。病理诊断: 膀胱副神经节瘤(paraganglioma of urinary bladder, PUB)。免疫组化(图 1D): Vim(++) , S100(++) , Syn(++) , NSE(++) , CD56(++) , CgA(++) , CK20(-) , CK7(-) , CK 广谱(-) , Desmin

(-) , EMA(-) , GATA 3(-) , Ki-67(阳性细胞 < 1%) , MyoD1(浆+) , Myogenin(-) , PSA(-) , SMA(-) , Uroplakin III(-)。

讨论 PUB 临床罕见, 约占副神经节瘤的 1%、膀胱肿瘤的 0.06%。本病特别是非功能性 PUB 定性诊断困难。功能性 PUB 多表现为排尿时头疼、心悸、出汗及血压增高四联症, 排尿后症状缓解, 部分患者表现为无痛性血尿, 血浆或尿中儿茶酚胺多增高。非功能性 PUB 患者无明显临床表现及体征, 实验室检查亦无明显异常, 主要依靠影像学检查发现。超声是诊断非功能性 PUB 的主要方法, 主要表现为低回声肿块, 圆形及椭圆形常见, 包膜完整, 边界清晰, 部分内部回声不均匀; CDFI 可见病灶内点条状血流信号。此外, 超声还可通过观察膀胱结构, 肿瘤位置、形态、大小、内部回声、血流及邻近组织、脏器情况等与膀胱癌、膀胱平滑肌瘤等鉴别。手术是 PUB 的首选治疗方法。由于肿瘤多发生于膀胱黏膜下固有肌层, 故较小者术中寻找困难; 且手术切除功能性 PUB 时, 术中血压易波动, 应避免挤压肿瘤, 尽快完成手术; 超声定位有利于快速找到肿瘤, 从而避免高血压危象。

[第一作者] 王丹(1990—), 女, 贵州兴仁人, 本科, 医师。

E-mail: 764538915@qq.com

[收稿日期] 2017-10-26 [修回日期] 2018-05-09