

高场磁共振仪评估新生儿和婴儿的正常脑髓鞘

徐海波 孔祥泉 熊茵 肖学宏 杨炼 周承凯

【摘要】 目的:应用高场 MR 仪研究正常小儿不同月龄段的脑髓鞘与对应 MRI 信号特征。方法:58 例正常小儿在 1.5T MR 仪内行头部扫描。采用自旋回波(SE)和快速自旋回波(TSE)序列,获取 T₁ 和 T₂ 加权像。结果:髓鞘形成中的 MRI 信号变化:相对于灰质信号,未成熟的髓鞘呈短 T₁ 和长 T₂,在 T₁WI 上呈高信号与灰质易区别,在 T₂WI 上与灰质信号相近;成熟的髓鞘呈短 T₁ 和短 T₂,在 T₂WI 上呈低信号,与灰质易区别。④髓鞘形成至成熟时间:小脑上下脚、桥脑背侧、丘脑腹外侧和内囊后肢后部出生时已成熟,小脑自出生至 5 个月,小脑中脚 2~4 个月,内囊前肢 3~7 个月,胼胝体后部、膝部分别是 3~5 个月、4~7 个月,半卵圆中心 2~7 个月,枕顶叶白质 3~9 个月,额颞叶白质 4~12 个月。结论:不同月龄段不同解剖部位正常脑髓鞘化具有各自 MRI 信号特征,有利于评判是否脑发育正常和患脑白质病,T₁WI 评估未成熟髓鞘较好,T₂WI 确定髓鞘是否成熟较好。

【关键词】 婴儿,新生 磁共振成像 脑 髓鞘形成

1.5T MRI for evaluation of normal brain maturation in neonates and infants Xu H, Bao, Kong Xiangquan, Xiong Yin, et al. Xiehe Hospital of Tongji Medical University, Wuhan 430022, P. R. China

【Abstract】 Objective: To evaluate the MRI features of normal brain myelinization in neonates and infants at various stages of development. **Methods:** Fifty-eight cases from newborn to 2 years of age without significant neurological symptoms underwent MR scanning at 1.5T. The sequence of SE and TSE were used in MR imaging of the brains, whose myelinizations at various stages of development were observed on both T₁WI and T₂WI, respectively. **Results:** Immature myelin was short T₁ and long T₂ relaxation time referred to gray-matter signal intensity. As myelin matured, it was shown with short T₁ and T₂ relaxation time. ④Seventeen areas in the brain were observed for myelinization process. The myelinization of cerebellar white matter, middle cerebellar peduncles, anterior limb of internal capsule, splenium and genu of corpus callosum, centrum semiovale, the white matter in parietal-occipital area and frontal-temporal area were documented at birth to 5, 2~4, 3~7, 3~5, 4~7, 2~7, 3~9 and 4~12 months old, respectively. **Conclusion:** The signal intensity characteristic of MRI associated with brain myelinization is helpful to differentiate the normal and abnormal brain maturation. Also, T₁WI is much more useful in the detection of immature myelin and in monitoring of normal brain development in the first 6 months of life. On the other hand, T₂WI is more useful after 6 months of life.

【Key words】 Infant, Newborn Magnetic resonance imaging Brain Myelinization

熟悉正常的新生儿和婴儿的脑发育磁共振影像(MRI)表现,对认识和正确评估小儿脑发育迟缓,异常髓鞘化和治疗后髓鞘演变都具有极大的帮助。由于小儿脑发育中髓鞘与成人脑髓鞘的 MRI 表现不同,易误认为脑白质病或脑发育迟缓。故国外大量学者采用磁共振仪对正常小儿脑发育进行研究,在国内亦有部分学者采用中场(0.35T)磁共振仪研究正常小儿脑髓鞘^[1-3]。

近年来,1.5T 磁共振仪在国内越来越多地用于临床。高场磁共振仪较低场能提供更好的信噪比图像和更多的空间结构信息,T₁ 弛豫时间亦得到延长。故有必要采用高场磁共振仪对中国小儿的正常脑发育进一

步研究,提供更清晰的不同月龄段的脑髓鞘的对应磁共振图谱及特征性的信号变化。

方法

58 例足月出生至 2 岁以内的正常小儿,Apger 评分在 8 分以上者,无窒息及癫痫、颅内感染、先天畸形、发育落后等,即无神经系统疾病的小儿,按月龄及临床发育阶段分为 5 组,第 1 组为出生至 28 天,6 例;第 2 组为 28 天至 6 个月,7 例;第 3 组为 6~13 个月,12 例;第 4 组为 12~18 个月,15 例;以及第 5 组为 18~24 个月,18 例。采用德国 Magnetom Vision 1.5T 超导型 MR 仪扫描。T₁WI 采用 SE 序列,TR 500ms,TE 14ms;T₂WI 采用 TSE 序列,TR 380ms,TE 22ms,矩阵为 128~256×256,视野为 120~200mm,层厚 50mm。

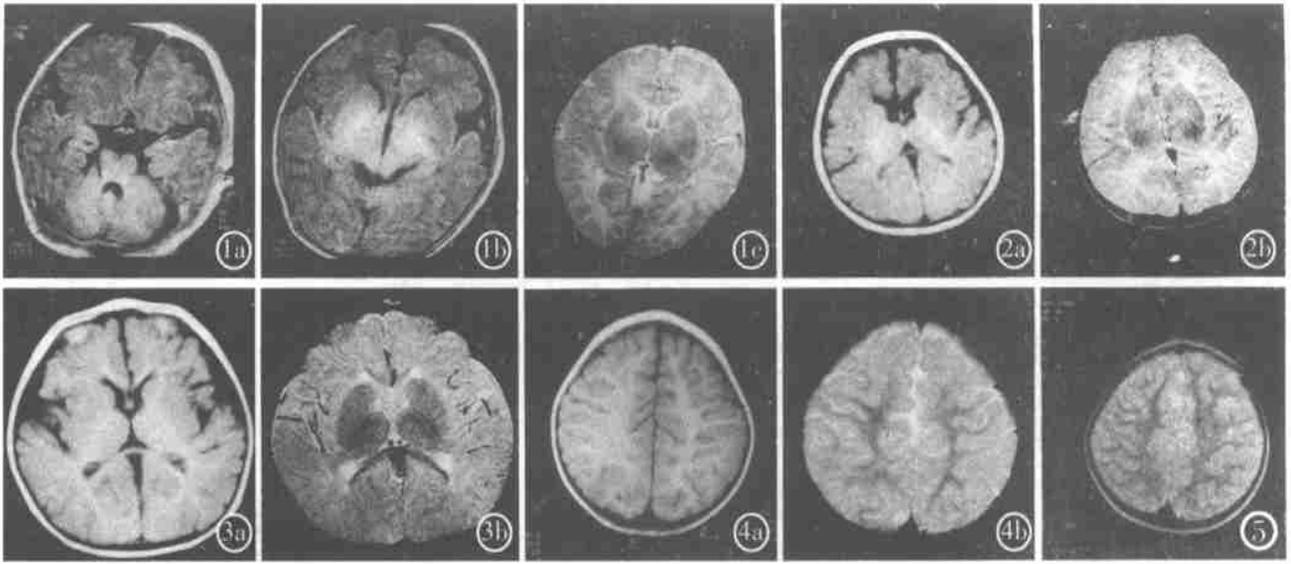


图1 正常新生儿生后1天脑部MRI。a) T₁WI示脑干背侧、小脑上下脚呈高信号。额颞叶灰白质信号相近,分界不清。b) T₁WI示内囊后肢、丘脑腹外侧核呈高信号。该层面并示内囊前肢、胼胝体膝部、枕额颞叶白质呈低信号,与灰质信号相近,分界不清。c) T₂WI示内囊后肢、丘脑腹外侧核呈低信号。并示内囊前肢、胼胝体膝部、枕额颞叶白质呈等高信号,与灰质信号相近。图2 正常婴儿生后4个月脑部MRI。a) T₁WI示内囊前后肢、视放射呈高信号,胼胝体压部呈等信号。b) T₂WI示内囊后肢、丘脑腹外侧核呈低信号,而内囊前肢、胼胝体压部、视放射和枕额颞叶白质呈高信号。图3 正常婴儿生后11个月脑部MRI。a) T₁WI示内囊前后肢、胼胝体膝压部、视放射和枕额颞叶白质呈高信号。b) T₂WI示内囊前后肢、胼胝体膝压部、视放射和枕叶白质呈低信号,额颞叶白质呈高信号。图4 正常婴儿生后15个月脑部MRI。a) T₁WI示额顶叶白质呈高信号,与正常成人脑T₁WI相似。b) T₂WI示额顶叶白质呈低信号,与灰质分界清楚。图5 正常婴儿生后24个月脑部MRI。T₂WI示低信号额顶叶白质树枝状伸展范围较图4b所示深广。

观察指标: 观察不同月龄段脑髓鞘在 T₁WI 和 T₂WI 信号强度变化情况。具体观察脑解剖部位详见表 1。

结果

1. 髓鞘发展的信号特征

相对于脑灰质,未成熟的脑髓鞘呈短 T₁(高信号)和长 T₂(高信号);成熟的脑髓鞘与成人脑髓鞘相同呈短 T₁(高信号)和短 T₂(低信号)。未成熟的脑髓鞘信号强度在 T₁WI 明显高于灰质,境界清楚,能明确其解剖部位,而在 T₂WI 与周邻灰质均显高信号,界限不清,较难区分。成熟的脑髓鞘信号强度在 T₂WI 明显低于灰质,轮廓清楚,能明确其解剖部位,与未成熟的脑髓鞘和灰质较易区分。相反在 T₁WI 上,尽管高信号的成熟和未成熟的脑髓鞘与灰质较易区分,相互间却不易鉴别。

2. 不同的脑解剖结构髓鞘化的 MRI 信号特征

T₁WI 上观察(图 1a、1b、2a、3a、4a) 在 T₁WI 高于灰质信号强度的解剖部位和出现时间如下:小脑上下

脚、延髓桥脑背侧、丘脑腹外侧核和内囊后肢后部出生时就呈高信号,小脑白质自出生至 4 个月,小脑中脚 2~3 个月,内囊前脚 3~4 个月,胼胝体压部、膝部分别是 3~4 个月、4~6 个月,半卵圆中心 2~4 个月,枕顶叶白质 3~6 个月,额颞叶白质 4~7 个月,额颞叶最晚呈高信号。从上述情况可见,小儿 6~8 个月内脑内解剖结构均已开始髓鞘化。

T₂WI 上观察(图 1c、2b、3b、4b、5) 在 T₂WI 低于灰质信号强度的解剖部位和出现时间如下:小脑上下脚、延髓桥脑背侧、丘脑腹外侧核和内囊后肢后部出生时就呈低信号,小脑白质 3~5 个月,小脑中脚 3~4 个月,内囊前肢 7~10 个月,胼胝体后部、膝部分别是 4~6 个月、5~8 个月,半卵圆中心 7~11 个月,枕顶叶白质 9~14 个月,额颞叶白质 12~18 个月。由此可见大部分脑组织 6~18 个月后髓鞘已成熟。

讨论

1. 脑髓鞘形成与 MRI 信号变化的关系

表 1 髓鞘行成中观察的脑部位和 MRI 信号变化

		T ₁ WI					T ₂ WI					
		< 28d	28d~ 6m	6~ 12m	12~ 18m	18~ 14m	< 28d	28d~ 6m	6~ 12m	12~ 12m	18~ 24m	
内囊	前肢	等	等	高	高	高	高	等	等	低	低	
	后肢	高	高	高	高	高	低	低	低	低	低	
	丘脑	高	高	高	高	高	低	低	低	低	低	
	胼胝体膝部	等	等	高	高	高	等	高	低	低	低	
	胼胝体压部	等	高	高	高	高	等	高	低	低	低	
	半卵圆中心	高	高	高	高	高	高	高	低	低	低	
	视束	等	等	等	等	等	等	等	等	等	等	
	视放射	等	高	高	高	高	高	高	高	等	低	
	额叶白质	低	等	高	高	高	高	高	高	低	低	
	顶叶白质	低	高	高	高	高	高	高	低	低	低	
	枕叶白质	低	高	高	高	高	高	高	低	低	低	
	颞叶白质	低	等	高	高	高	高	高	高	等	低	
	幕下结构	小脑上脚	高	高	高	高	高	低	低	低	低	低
		小脑中脚	等	高	高	高	高	等	等	低	低	低
小脑下脚		高	高	高	高	高	低	等	低	低	低	
小脑白质		等	高	高	高	高	等	等	低	低	低	
脑干		高	高	高	高	高	等	低	低	低	低	

注解: 高= 信号高于灰质 等= 信号等于灰质 低= 信号低于灰质

脑髓鞘化常指脑白质的髓鞘形成, 是脑发育成熟的重要标志之一。脑白质是由星形细胞、少突胶质细胞和轴突形成。神经信号有效传递又是通过轴突完成, 并取决于围绕轴突的髓鞘结构和其内主要成份。因而了解髓鞘的结构和主要成份在髓鞘形成中的变化与对应的 MRI 信号变化, 对认识 MRI 评估脑发育状况是至关重要的。

髓鞘是由少突胶质细胞膜沿轴突缠绕而成的一种复合的细胞膜, 后者是由双层类脂质构成的, 并嵌有数个高分子蛋白质^[4]。在髓鞘形成早期, 未成熟的髓鞘细胞膜其外层 50% 为胆固醇, 余大部为糖脂, 少量蛋白^[5]。此外, 还认为在髓鞘形成过程中胶质细胞增生先于髓鞘形成, 这种胶质细胞增生提供含有髓鞘脂质前体 (PMGC) 的胞浆颗粒, 此颗粒含有胆固醇和磷脂, 此过程亦被称为髓鞘的胶质增生^[4,5]。由于构成髓鞘的主要成份胆固醇、糖脂、磷脂、蛋白质均可使附着在髓鞘内化合物上的水分子 T₁ 弛豫时间缩短, 因此, 在 T₁WI 上开始髓鞘形成的部位呈高信号, 与低信号灰质易区别。另一方面, 未成熟的髓鞘内疏水的磷脂含量较少, 螺旋排列亦疏松, 髓鞘内含水量较多; 同时在生后 6 个月内的小儿脑含水量多达 90%, 灰白质内水和脂质含量相似^[6], 故此时在 T₂WI 上未成熟的髓鞘亦呈高信号, 与呈高信号的灰质无法区别。本组资料与报道的文献^[1]均显示大部分脑白质在 6~ 8 个月内开始髓鞘形成, 并在 T₁WI 上出现高信号变化。故认为在 6~ 8 个月内的小儿采用 T₁WI 评估脑白质髓鞘化优于

T₂WI。

随着髓鞘的成熟, 胆固醇的含量降低, 磷脂增多, 最终成熟的髓鞘其脂质由 25% 的胆固醇、29% 的半乳糖脂、46% 的磷脂构成^[4]。此外, 成熟的与刚出生的脑组织磷脂含量的比例为 1.4: 1; 胆固醇含量的比例为 4: 1; 蛋白质含量的比例为 1.7: 1^[7]。此结果显示随着髓鞘成熟, 其内磷脂成分含量增多, 故疏水性增加, 水份下降, 导致 T₂ 弛豫时间下降。同时髓鞘结构的螺旋状排列亦越紧密, 筑成一道防止水分子自由弥散的屏障, 另外, 小儿 6 个月时脑水分含量降至 80%, 最终灰质水份占 83%, 白质水份占 70%~ 75%, 如同正常成人脑灰质含水量较脑白质多, 而含脂量较脑白质少, 使得髓鞘化成熟的脑白质 T₁ 和 T₂ 弛豫时间均短于脑灰质, 故在 T₂WI 上, 脑白质的信号强度低于脑灰质。而在 T₁WI 上, 由于髓鞘内含量增多的磷脂缩短水分子 T₁ 弛豫时间所致的高信号, 被磷脂的疏水性导致水分子含量即氢质子密度减少所抵偿, 故在 T₁WI 上, 脑白质信号强度仍稍高于灰质信号强度, 与呈高信号的未成熟髓鞘仍无法区别。由此可见在小儿 6~ 8 个月后用 T₂WI 更有利于评估成熟的髓鞘。

2. 脑髓鞘形成的规律

脑髓鞘形成是从胎儿 5 个月时开始, 随中枢神经髓鞘发展, 并持续终生。从本组研究结果中可显示最先脑髓鞘化是从延髓、桥脑、脑干背侧、小脑上下脚开始, 并沿内侧丘系向头侧伸展到大脑脚、丘脑腹外侧核、内囊后肢的后部及半卵圆中心, 额颞叶髓鞘化最

晚。由此可见,髓鞘化由背侧向腹侧,从下至上,由尾侧向头侧发展。

另一发展趋势是传递感觉冲动到丘脑和大脑皮质的纤维系统的髓鞘化优先于传递到运动区的纤维。如在脑干、内纵束、内外丘系、小脑上下脚,这些结构传递前庭、听、触觉和本体感觉,在出生时已髓鞘化。而小脑中脚则是传递大脑冲动到小脑,其髓鞘化则较小脑上、下脚晚且慢。髓鞘化在2岁内发展较快,而2岁以后明显减慢,并可延续到30~40岁以后。

参考文献

1 McArdle CB, Richardsom CJ, Nicholas DA, et al. Developmental features of

the neonatal brain: MR imaging. I. Gray-white matter differentiation and myelination. Radiology, 1987, 162: 223-229.

2 Barkovich AJ, Kjos BO, Jackson DE, et al. Normal maturation of the neonatal and infant brain: MR imaging at 1.5T. Radiology, 1988, 166: 173.

3 王晓明,陈丽英,杨洪涛,等.新生儿和婴儿正常脑发育的MRI研究.中华放射学杂志,1996,30(10): 654-658.

4 Girard N, Raybald C, du Lac P. MRI study of brain myelination. J Neuro-radiol, 1991, 18: 291.

5 Braun PE. Molecular organization of Myelin. In: Morell P ed. Myelin. 2nd ed. New York: Plenum, 1984. 97.

6 Dobbins J, Sandes J, et al. Quantitative growth and development of human brain. Arch Dis Child, 1973, 48: 757.

7 刘斌,高英茂.人体胚胎学.北京:人民卫生出版社,1996.443.

(1999-05-20 收稿)

• 短篇报道 •

膈肌肿瘤的X线诊断1例

张林 陈景寒 孟龙 杨爱民

膈肌肿瘤极为少见,原发性膈肌肿瘤常与膈疝、局限性膈膨出,起源于肺底的肿瘤相混淆,本文报道1例经证实的左侧膈肌原发肿瘤。

病例 男性,52岁,X线检查发现左侧心膈角肿物有4cm×4cm大小,椭圆形,正位肿物与心影重叠,侧位肿物位于膈肌上、下几乎各占一半,上半部与膈肌阴影融合,下半部分(膈下部分)轮廓清晰可见(图1、2)。人工气腹后,诊断为膈肌肿瘤(图3、4)。术后证实为膈肌纤维瘤。

讨论 膈肌肿瘤极为少见,原发性膈肌肿瘤多为间叶组织来源,在良性肿瘤中有囊肿、皮样囊肿、脂肪瘤、神经纤维瘤、纤维肌瘤。恶性肿瘤中大多为肉瘤、血管外皮细胞瘤等,良性肿瘤中以脂肪瘤多见,恶性肿瘤中以纤维肉瘤多见,发病年龄为40~59岁多见。尽管原发性膈肌肿瘤可完全位于膈上,但多数情况下肿瘤向膈下间隙生长趋势大于向膈上生长趋势,苏惠群等报道2例右侧原发性膈肌肿瘤,在侧位片上均呈稍倾斜的垂直椭圆形,其1/3到1/2轮廓(膈上部分)与膈肌融合,但膈下部分轮廓清晰可见,与膈肌表面界限清楚。本例所示X线特征,与以上文献报道一致,因此,若遇到此类病人,施行侧位胸片、胸透、人工气腹,对确立诊断甚为重要。

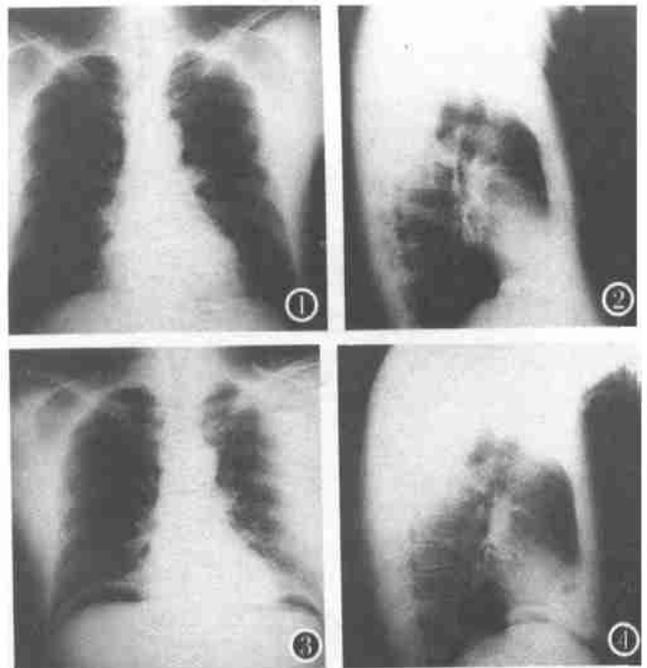


图1 正位胸片,左心膈角区见一4cm×4cm肿块,边界清楚。

图2 左侧位胸片,该病灶位于左膈顶处,部分与心影相叠。

图3 人工气腹正位片,见膈肌肿瘤与人影重叠。

图4 人工气腹侧位片,膈肌肿瘤呈倾斜椭圆形。