

前交叉韧带斜冠状面薄层解剖断面与 MRI 表现对照研究

陈伟 陆明 王健 丁仕义 杨柳 王晓宇 文亚名 邱明国

【摘要】 目的 对冰冻膝关节前交叉韧带(ACL)斜冠状面薄层解剖断面与正常人膝关节 MRI 特点进行对照研究,为 ACL 损伤分级诊断建立基础。方法 1 例(1 只)膝关节标本行斜冠状面 MRI 确定角度,冰冻后沿斜冠状面 1 mm 层厚铣切,观察 ACL 薄层解剖特点。选择 50 名正常人对其 ACL 进行 MR 斜冠状面扫描,观察 ACL 的 MRI 特点。结果 1 只膝关节标本的 ACL 在斜冠状面薄层断面清晰显示其全程走行,清晰地显示 ACL 前内束与后外束,前内束从股骨髁附着点后上方区自后向外侧及前内侧走行,止于髁间棘附着区前内侧方,后外侧束从股骨髁附着点前下方区,自后外侧及外下走行,止于髁间棘附着区后外侧方。斜冠状面 MRI 能够显示 50 名正常人 ACL 全程,显示率为 100%。MRI 能够区分 ACL 前内束与后外束结构,显示前内束自后外侧向前内走行,止于髁间棘附着区前内侧方,后外束自后外侧向外下走行,止于髁间棘附着区后外侧方。MRI 显示 ACL 走行与薄层断面显示的走行一致。结论 斜冠状面是观察 ACL 的最佳方位,临床对怀疑 ACL 损伤的患者必要时行 MR 斜冠状面扫描。

【关键词】 前交叉韧带; 解剖; 磁共振成像

The comparative study of the anterior cruciate ligament in oblique coronal thin anatomical section and MRI CHEN Wei, LU Ming, WANG Jian, DING Shi-yi, YANG Liu, WANG Xiao-yu, WEN Ya-ming, QIU Ming-guo. Department of Radiology, Southwest Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China

【Abstract】 Objective To compare the normal anatomy of the anterior cruciate ligament (ACL) of fresh frozen cadaveric knee specimen in oblique coronal thin-slice section with oblique coronal magnetic resonance imaging. Methods One fresh cadaveric knee specimen was scanned with MR T₁-weighted spin-echo sequence, then the specimen was frozen and sliced with a band saw along the oblique coronal plane into 1.0-mm-thick sections that corresponded to the MR images, MR images including oblique coronal T₁-weighted and T₂-weighted images of 50 normal the knee joints were retrospectively reviewed to observe the MR imaging features of the cruciate ligament. Results Anteromedial and posterolateral bundles of ACL were clearly depicted on both anatomic slices and MR images. The anteromedial bundles originated from the posteromedial aspect of the lateral femoral condyle, coursing through the lateral intercondylar notch in an anterior, inferior, and medial direction, and inserted on the anteromedial aspect of the intercondylar eminence. The posterolateral bundles originated from the anteromedial aspect of the lateral femoral condyle, passing laterally and inferiorly through the lateral intercondylar notch, and inserted on the posterolateral side of the intercondylar eminence. The full length of ACL of all 50 individuals was showed on MR images. MRI clearly differentiated the anteromedial and posterolateral bundles of ACL and depicted the full length of the bundles, similar to the findings on sectional anatomy. Conclusion Oblique coronal MR imaging is the best way to demonstrate ACL and should be used for clinically suspected injury of ACL.

【Key words】 Anterior cruciate ligament; Dissection; Magnetic resonance imaging

膝关节韧带损伤常由外伤所致, MRI 对软组织有较高的分辨率,且无创伤性,可多方位成像,是诊断膝关节韧带损伤的理想检查方法。MRI 对诊断前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)的损伤具有很高的价值^[1],但是对于 ACL 部分撕裂,当临床

检查为阴性,而 MRI 征象不典型,特别是部分患者在斜矢状面显示仍然不确定时,诊断的准确性不高。笔者在临床工作中发现,采用斜冠状面显示 ACL 解剖结构清晰,能够明确诊断,特别是对于 ACL 损伤的分级具有重要价值。笔者在本研究中主要探讨膝关节 ACL 在斜冠状面正常的 MRI 表现及在薄层断面的解剖特点,以期 ACL 损伤分级诊断建立正常

解剖基础。

资料与方法

1. 标本: 新鲜成年膝关节标本 1 只, 生前无膝关节病变和膝关节损伤的病史(第三军医大学解剖教研室提供)。进行 MR 常规扫描和斜冠状面 T_1 WI 和 T_2 WI, 斜冠状面扫描在矢状面的定位像平行于髁间棘, 在标本的内外侧固定灌注对比剂钆喷替酸葡甲胺(Gd-DTPA)的输液塑料管, 调整塑料管角度, 以同一层面全程显示塑料管对比剂图像, 从而确定扫描线与冠状面夹角, 标记扫描线。将膝关节标本置入 -30°C 盐水池中冰冻 1 周, 然后在 -25°C 低温实验室中(第三军医大学解剖教研室)用 TK-6350 型数控铣床(铣切精度为 0.001 mm)沿标记线以层厚 1 mm 连续铣切, 得到 ACL 斜冠状面薄层断面图像, 与 MR 图像对照观察 ACL 的解剖特点。

2. 健康志愿者: 对 50 名正常人膝关节进行 MR 检查, 男女各 25 名, 年龄 $20\sim 60$ 岁, 中位年龄为 36 岁。所有志愿者均无膝关节外伤史及膝关节病变, 均知情并同意行 MR 检查。

3. MR 检查: 正常人膝关节和膝关节标本扫描采用相同的序列和参数。除常规 MR 扫描序列外, 增加扫描斜冠状面 T_1 WI 和 T_2 WI。MR 机采用意大利百胜公司 0.2 T 常导 Artoscan C 四肢关节专用扫描系统, 膝关节线圈, 常规扫描包括斜矢状面、冠状面和横断面。扫描参数: 斜矢状面 SE T_1 WI: TR 840 ms , TE 26 ms ; 快速自旋回波(FSE) T_2 WI: TR 3000 ms , TE 80 ms ; 梯度回波短时反转恢复序列(GE-STIR): TR 240 ms , TE 16 ms , 反转时间(TI) 75 ms 。冠状面梯度回波(GRE) T_2 WI: TR $480\sim 560\text{ ms}$, TE $16\sim 20\text{ ms}$, 反转角 40° 。横断面快速多回波(TME)序列: TR 3000 ms , TE $28\sim 90\text{ ms}$, 或行横断面 GRE 成像。层厚 $4.0\sim 5.0\text{ mm}$, 层间距 $0.4\sim 0.5\text{ mm}$, 矩阵为 192×168 , 视野 $16\text{ cm}\times 16\text{ cm}$, 激励次数 $1\sim 2$ 次。观察 ACL 在斜冠状面 MRI 表现特点。

结 果

1. 标本 ACL 薄层断面的解剖特点: 1 只冰冻膝关节标本从后方断面向前观察, ACL 起点位于股骨外髁内后方, 附着于股骨骨皮质。ACL 由不同的纤维束组成, 在附着点下方约 0.5 cm , ACL 分为前内束和后外侧束, 呈倒“V”形, 后方断面先出现后外侧束(图 1), 中间层面在前内束和后外侧束之间可见

脂肪滑膜层(图 2), 在前方断面显现前内束(图 3)。在薄层断面上可见白色的带状前内束从股骨髁附着点的后上方自后向外侧及前内侧走行, 止于髁间棘附着区前内侧, 白色的带状后外侧束从股骨髁前下方区自后外侧向外下走行, 止于髁间棘附着区后外侧方。

2. 正常人 ACL 在斜冠状面上的 MRI 解剖特点: 50 名共 100 只膝关节 MRI 显示, ACL 的走行方向一致。ACL 全程显示清晰, 显示率为 100% 。MRI 清晰显示 ACL 股骨髁的起点(图 4), 前内束在 T_1 WI 和 T_2 WI 呈均匀细带状低信号, 前内束从附着点下方 0.5 cm 左右向内前分出, 并向前内走行, 向前止于髁间棘附着区前内侧方, MRI 不能判定前内束与后外侧束的起点, 后外侧束从附着点下方 0.5 cm 左右向外后方分出, 并向外下走行, 向前止于髁间棘附着区后外侧方, 前内束和后外侧束在 T_1 WI 和 T_2 WI 呈均匀细带状低信号(图 5, 6), 两束之间可见高信号的脂肪滑膜层(图 6)。在常规矢状面和斜矢状面上不能区分前内束和后外侧束, 斜冠状面 MRI 和斜冠状薄层断面解剖对应, 斜冠状面 MRI 和斜冠状面薄层断面解剖能够清晰分辨前内束和后外侧束。

讨 论

1. MRI 分级诊断 ACL 损伤对临床治疗方法选择的重要意义: MRI 对 ACL 损伤诊断具有很高的准确性, ACL 在矢状面显示低信号纤维束中有条状高信号, 但是 Remer 等^[2]报道 $5\%\sim 19\%$ 的 ACL 在矢状面显示较差, 为了提高 ACL 诊断的准确性, 鉴于 ACL 的解剖学特点, 大多数研究集中在屈曲矢状面和斜矢状面的扫描上^[3-6]。ACL 在胫骨附着处的上方存在着脂肪和结缔组织, 信号强度较高, 由于部分容积效应, ACL 起点显示较差^[6], 部分患者在斜矢状面仍难以清晰显示 ACL, 对判定 ACL 部分损伤存在一定的困难。Umans 等^[7]报道 MRI 显示 ACL 部分断裂的敏感性和特异性分别为 55% 和 75% , 斜矢状面对 ACL 的损伤分级诊断存在一定困难, ACL 的分级诊断有助于指导外科治疗方案的选择, 这就需要 MRI 准确对 ACL 进行分级诊断^[8]。Staubli 等^[9]首先对 ACL 正常斜冠状面解剖进行研究, 并推荐采用斜冠状面 MRI 观察 ACL 与股骨髁和后交叉韧带(PCL)的解剖关系, 认为斜冠状面能够清晰完整地显示 ACL。

2. 斜冠状面薄层断面解剖和 MRI 斜冠状面能够完整清晰地显示 ACL 的解剖特点: 清晰显示 ACL

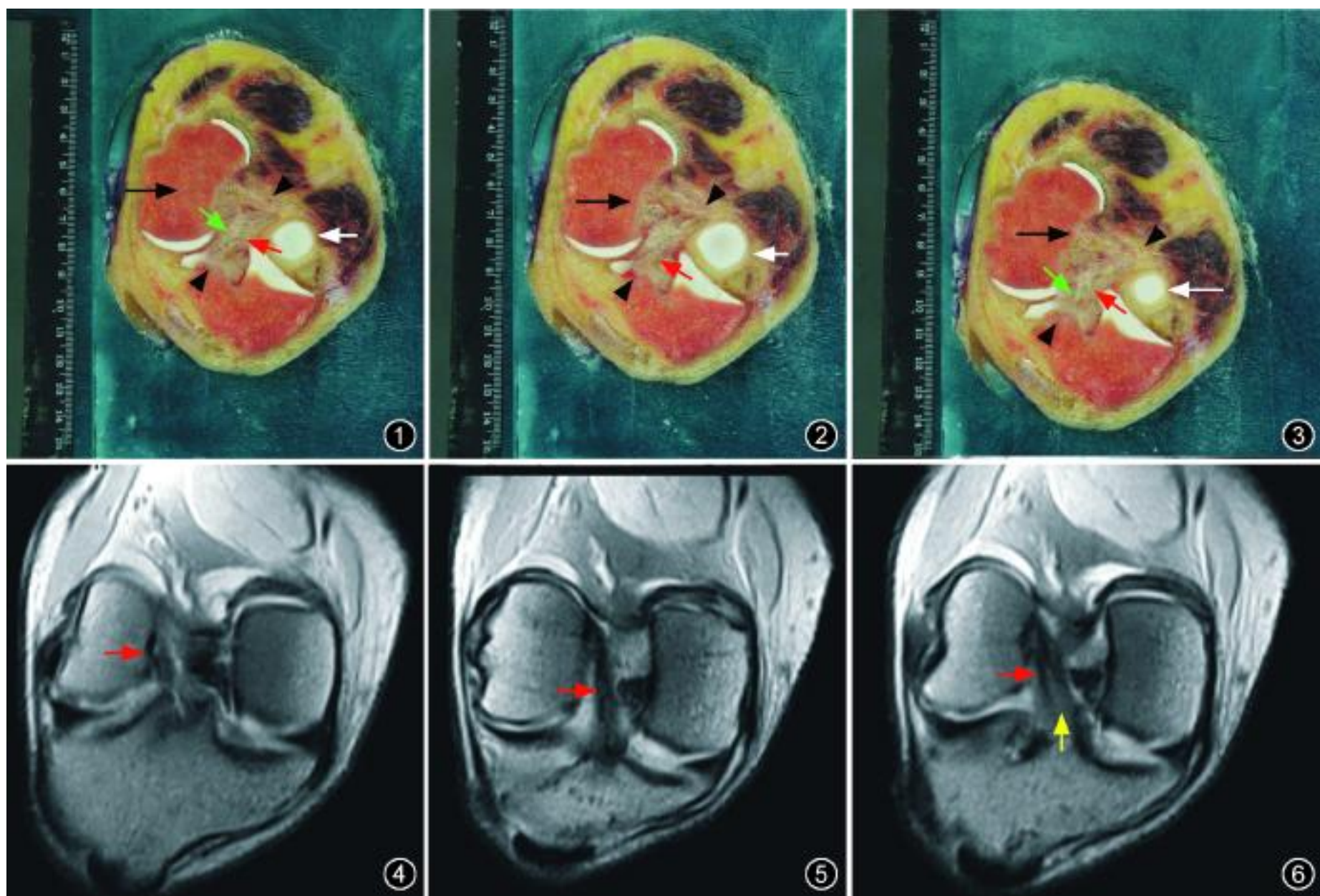


图 1 ~3 成年膝标本斜冠状面薄层断面解剖。图 1 为前交叉韧带靠后层面,红箭示前交叉韧带后外束,绿箭示前交叉韧带前内束,箭头示前交叉韧带起止点,黑箭示股骨内髁,白箭示股骨外髁。图 2 为前交叉韧带中间层面,红箭示脂肪滑膜层,箭头示前交叉韧带起止点,黑箭示股骨内髁,白箭示股骨外髁。图 3 为前交叉韧带出现层面,红箭示前交叉韧带后外束,绿箭示前交叉韧带前内束,箭头示前交叉韧带起止点,黑箭示后交叉韧带股骨内髁起点,白箭示股骨外髁。图 4 ~6 MR 斜冠状面 T_1 WI。图 4 红箭示前交叉韧带股骨外髁起点;图 5 红箭示前交叉韧带前内束;图 6 红箭示前交叉韧带的后外束,黄箭示脂肪滑膜层

是分级诊断的重要基础,薄层断面解剖是研究影像解剖的重要基础,为了准确认识 MRI 斜冠状面 ACL 的解剖,本研究采用冰冻薄层连续断面观察 ACL 的解剖特点,从薄层断面观察到 ACL 走行方向为从后外向前下走行,并可观察到 ACL 分为前内束和后外束结构。Girgis 等^[10]认为 ACL 分为前内束和后外束 2 部分,按照胫骨止点位置命名,并认为伸膝时前内束松弛,后外束紧张,屈膝时则相反;Odensten 和 Gillquist^[11]却认为无明显分束。笔者从薄层断面解剖观察到 ACL 由许多部位不同、长度不同、方向不同的纤维组成,ACL 分为前内束和后外束 2 部分,在 MRI 斜冠状面也观察到 ACL 分为前内束和后外束,笔者观察的结果与 Girgis 等^[10]的研究相吻合。ACL 前内束和后外束呈倒“V”的特点,并且起止点不同,这反映其存在不同的功能,在膝关节处于不同位置时,各纤维束的张力不同,扭曲程度不同。前内束和后外束束在功能上不同,前内束在屈曲时紧张,可能

是在屈曲时阻止胫骨前移,后内束在伸直时紧张,可能防止过伸。在膝关节活动过程中,ACL 各纤维束交替处于紧张状态,使得 ACL 保持恒定的整体张力,以维持膝关节的稳定,指导关节按一定的规律和方式运动。采用斜冠状面 MRI 能够显示 ACL 走行方向及 ACL 的前内束和后外束的结构,与薄层斜冠状面断面解剖显示的结构相对应,前内束自后外侧向前内走行,止于髁间棘附着区前内侧方,后外束自后外侧向外下走行,止于髁间棘附着区后外侧方。而矢状面和斜矢状面在显示 ACL 时,难以显示 ACL 的前内束和后外束。ACL 含脂肪滑膜层,因而在 MRI 时 ACL 低信号的前内束和后外束之间见条状高信号。

本研究结果提示,斜冠状面薄层断面解剖与 MRI 斜冠状面显示 ACL 的解剖特点有很好的 consistency。斜冠状面 MRI 能够清晰完整地显示 ACL 解剖特点,运用斜冠状面 MRI 显示 ACL 的前内束和后外

束纤维, 能够大大提高 ACL 损伤诊断的准确性, 并为 ACL 部分损伤分级诊断奠定了影像解剖学基础。

参 考 文 献

[1] 陈伟, 杨柳, 唐康来, 等. 膝关节交叉韧带低场强 MRI 表现及其损伤诊断. 放射学实践, 2004, 19: 239-242.
 [2] Remer EM, Fitzgerald SW, Friedman H, et al. Anterior cruciate ligament injury: MR imaging diagnosis and patterns of injury. Radiographics, 1992, 12: 901-915.
 [3] Niitsu M, Ikeda K, Itai Y. Slightly flexed knee position within a standard knee coil: MR delineation of the anterior cruciate ligament. Eur Radiol, 1998, 8: 113-115.
 [4] Smith DK, May DA, Phillips P. MR imaging of the anterior cruciate ligament: frequency of discordant findings on sagittal-oblique images and correlation with arthroscopic findings. AJR, 1996, 166: 411-413.
 [5] Do-Dai DD, Stracener JC, Youngberg RA. Oblique sagittal MR of anterior cruciate ligament. J Comput Assist Tomogr, 1994, 18: 160-162.
 [6] Barberie JE, Carson BW, Finnegan M, et al. Oblique sagittal view of the anterior cruciate ligament: comparison of coronal vs.

axial planes as localizing sequences. J Magn Reson Imaging, 2001, 14: 203-206.
 [7] Umans H, Wimpfheimer O, Haramati N, et al. Diagnosis of partial tears of the anterior cruciate ligament of the knee: value of MR imaging. AJR, 1995, 165: 893-897.
 [8] Hong SH, Choi JY, Lee GK, et al. Grading of anterior cruciate ligament injury: diagnostic efficacy of oblique coronal magnetic resonance imaging of the knee. J Comput Assist Tomogr, 2003, 27: 814-819.
 [9] Staebli HU, Adam O, Becker W, et al. Anterior cruciate ligament and intercondylar notch in the coronal oblique plane: anatomy complemented by magnetic resonance imaging in cruciate ligament-intact knees. Arthroscopy, 1999, 15: 349-359.
 [10] Girgis FG, Marshall JL, Monajem A. The cruciate ligaments of the knee joint: anatomical, functional and experimental analysis. Clin Orthop, 1975, 106: 216-231.
 [11] Odensten M, Gillquist J. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. J Bone Joint Surg Am, 1985, 67: 257-262.

(收稿日期: 2007-06-07)

(本文编辑: 隋行芳)

《中华放射学杂志》第八届编委会名单

顾 问	张雪哲	许达生	沈天真									
名誉总编辑	戴建平											
资深编委	刘玉清	高玉洁	戴汝平	王承缘	曹厚德	卢 延	陈星荣	闵鹏秋	吴振华	张国桢	李麟荪	
	陈金城	欧阳墉	潘纪戎	李 铁	谢敬霞	周康荣	燕树林	徐爱德	蔡祖龙	吴恩惠		
总 编 辑	祁 吉											
副 总 编 辑	高培毅	冯敢生	冯晓源	郭启勇	马大庆	孟俊非	秦维昌	肖湘生				
常 务 编 委	祁 吉	高培毅	冯敢生	冯晓源	郭启勇	马大庆	孟俊非	秦维昌	肖湘生	金征宇	李坤成	
	滕皋军	徐 克	章士正	周 诚	周翔平							

以下按姓氏汉语拼音排序

编 委	白人驹	陈克敏	程敬亮	崔进国	单 鸿	杜湘珂	冯敢生	冯晓源	高 宏	高剑波	高培毅	
	耿道颖	龚洪翰	郭 志	郭启勇	郭佑民	韩 萍	滑炎卿	宦 怡	黄仲奎	蒋世良	蒋学祥	
	金征宇	李 选	李建军	李健丁	李坤成	李明华	李彦豪	李子平	梁碧玲	梁长虹	刘怀军	
	刘士远	卢光明	罗鹏飞	马 林	马大庆	孟俊非	牛广明	祁 吉	漆剑频	秦明伟	秦维昌	
	屈 辉	申宝忠	石明国	孙 钢	孙立军	唐光健	滕皋军	田 伟	田建明	王 维	王 武	
	王德杭	王建华	王鸣鹏	王绍武	王学建	王振常	吴 宁	吴仁华	武乐斌	鲜军舫	肖恩华	
	肖湘生	徐 克	徐坚民	徐文坚	许建荣	杨海山	杨建勇	杨仁杰	余 卫	余建明	余永强	
	鱼博浪	曾蒙苏	翟仁友	张金山	张敏鸣	张云亭	章士正	赵 斌	赵荣国	周 诚	周纯武	
	周翔平	周义成	邹英华	祖茂衡								
特 邀 编 委	程晓光	范国光	顾雅佳	贾文霄	江 波	李 澄	李恒国	陆建平	马绪臣	倪红艳	彭明晨	
	宋 彬	唐桂波	陶晓峰	涂 荣	王霄英	吴沛宏	伍建林	叶慧义	张兆琪	赵建农	赵世华	