

视辐射重建对前颞叶切除术视野的保护研究

崔志强 凌至培 潘隆盛 陈晓雷 王群 张治中 齐叶青 徐欣 毛之奇 王伟君
孙璐 余新光 栾国明

【摘要】 目的 探讨扩散张量纤维束示踪成像(DTT)技术重建视辐射与术中MRI(iMRI)和显微镜下导航在前颞叶切除术中对视野的保护作用。**方法** 采用前颞叶切除术治疗24例难治性颞叶癫痫患者,术前采用DTT技术重建视辐射,术中同时行iMRI和显微镜下导航,根据视辐射前缘(Meyer环)至颞极距离切除前颞叶,术后3个月复查静态视野和Engel分级评价癫痫发作控制情况。**结果** 本组患者均成功重建视辐射,均行iMRI扫描,无一例发生术区和远隔部位出血。手术切除颞叶1.90~5.10 cm,平均3.29 cm。术后随访3~21个月,平均11.33个月。术后3个月复查静态视野,16例(66.67%)无视野缺损,8例(33.33%)有轻度视野缺损(<1/4象限),其中1例术前即有轻度视野缺损,术后无加重;Engel分级I级19例(79.17%)、II级4例(16.67%)、III级1例(4.17%)。**结论** 对于诊断明确的药物难治性颞叶癫痫患者,DTT技术重建视辐射联合iMRI和显微镜下导航,于视辐射前缘切除颞叶,可以减少视辐射损伤,减轻视野缺损。

【关键词】 前颞叶切除术; 视神经; 视野; 磁共振成像,弥散; 神经导航

Protective effect of optic radiation reconstruction against the risk of visual field deficits in anterior temporal lobectomy

CUI Zhi-qiang¹, LING Zhi-pei¹, PAN Long-sheng¹, CHEN Xiao-lei¹, WANG Qun¹, ZHANG Zhi-zhong¹,
QI Ye-qing¹, XU Xin¹, MAO Zhi-qi¹, WANG Wei-jun¹, SUN Lu¹, YU Xin-guang¹, LUAN Guo-ming²

¹Department of Neurosurgery, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China

²Department of Neurosurgery, Beijing Key Laboratory of Epilepsy, Sanbo Brain Hospital Capital Medical University, Beijing 100093, China

Corresponding authors: YU Xin-guang (Email: yxg301hos@126.com);

LUAN Guo-ming (Email: luangm3@163.com)

【Abstract】 Objective To explore the clinical value of optic radiation reconstruction in protecting against visual field deficits (VFDs) in anterior temporal lobectomy (ATL). **Methods** We retrospectively analyzed 24 patients with medically refractory temporal lobe epilepsy undergoing ATL between January 2013 and June 2014. The surgical operations were aided by combining optic radiation reconstruction by diffusion tensor tractography (DTT), microscopy-based neuronavigation and intraoperative MRI (iMRI) techniques. ATL was performed according to the distance between Meyer's loop and temporal pole. The visual fields were examined and seizure outcomes were evaluated by Engel class test in 3-month follow-up. **Results** The optic radiation was reconstructed in all patients. No bleeding was found in operative site or distant site by iMRI scan. The size of removed temporal lobe was 3.29 cm (1.90–5.10 cm). Visual field testing 3 months after operation showed no VFDs in 16 cases (66.67%) and mild VFDs (<1/4 quadrant) in 8 cases (33.33%). One case suffered mild VFD before operation, but did not aggravate after operation. Engel class test showed Engel class I in 19 patients (79.17%), class II in 4 patients (16.67%) and class III in one patient (4.17%). **Conclusions** For patients with medically refractory temporal lobe epilepsy, the techniques of combining optic radiation reconstruction, microscopy-based neuronavigation and iMRI aided

doi:10.3969/j.issn.1672-6731.2015.09.005

基金项目:首都医科大学省部级重点实验室开放研究课题(项目编号:2013DXBL01)

作者单位:100853 北京,解放军总医院神经外科(崔志强,凌至培,潘隆盛,陈晓雷,王群,张治中,齐叶青,徐欣,毛之奇,王伟君,孙璐,余新光);100093 北京,首都医科大学三博脑科医院神经外科 癫痫病临床医学研究北京市重点实验室(栾国明)

通讯作者:余新光(Email:yxg301hos@126.com);栾国明(Email:luangm3@163.com)

in precise mapping could reduce the risk of visual field deficits in anterior temporal lobectomy.

【Key words】 Anterior temporal lobectomy; Optic nerve; Visual fields; Diffusion magnetic resonance imaging; Neuronavigation

This study was supported by Provincial Key Laboratory Open Research Project of Capital Medical University (No. 2013DXBL01).

前颞叶切除术(ATL)是药物难治性颞叶癫痫的有效治疗方法^[1]。术中可损伤视辐射前缘即Meyer环,致术后出现对侧上1/4象限视野缺损。常规MRI无法显示视辐射走行。最近,扩散张量纤维束示踪成像(DTT)技术可以在体呈现视辐射走行,成功重建视辐射,明确该纤维束走行与病变的关系,以减少术后神经功能缺损^[2-5]。DTT技术与术中MRI(iMRI)和术中显微镜下导航相结合,可以实时更新术中神经导航数据,既可明确病变切除范围和功能区损伤程度,又可再次设计手术方案。鉴于此,本研究将DTT技术与iMRI和术中显微镜下导航相结合应用于前颞叶切除术,观察颞叶切除范围、术后视野缺损和癫痫发作控制情况,以探讨视辐射重建对视野的保护作用。

对象与方法

一、研究对象

选择2013年1月-2014年6月在解放军总医院神经外科联合应用DTT技术与iMRI和术中显微镜下导航行前颞叶切除术的药物难治性颞叶癫痫患者共24例,男性15例,女性9例;年龄11~45岁,平均27.42岁;病程1~27年,平均9.56年;发作类型包括复杂部分性发作(24例)、继发性强直发作(18例)、继发性全面性强直-阵挛发作(GTCS,5例)、癫痫持续状态(SE,2例)。所有患者均经头部MRI检查、长程视频脑电图(LT-VEEG)和神经心理学测验,以及脑磁图(MEG,5例)、PET显像(11例)和颅内电极植入术(21例)证实为颞叶癫痫。术前均行静态视野检查。

二、研究方法

1. 手术方法 (1)DTT行视辐射重建:所有患者均行1.5T MRI扫描(德国Siemens公司),扫描系列包括三维T₁WI(3D-T₁WI)、T₂WI、T₂-FLAIR成像和扩散张量成像(DTI)。
①3D-T₁WI。重复时间(TR)1650 ms,回波时间(TE)3.02 ms,扫描视野(FOV)250 mm×250 mm,矩阵256×256,激励次数(NEX)

为1次,扫描层厚1 mm、层间距为零,共176层,扫描时间318 s。
②T₂WI。重复时间5500 ms,回波时间93 ms,扫描视野230 mm×230 mm,矩阵512×512,激励次数为2次,扫描层厚为3 mm、层间距为零,共23层,扫描时间260 s。
③T₂-FLAIR成像。重复时间9000 ms,回波时间84 ms,反转时间2500 ms,扫描视野230 mm×230 mm,矩阵256×256,激励次数1次,扫描层厚为3 mm、层间距为零,共23层,扫描时间272 s。
④DTI序列。采用单次投照扩散加权自旋回波序列行12个方向的成像,根据最大扩散方向定位纤维束,采用全张量步长适应性脑白质纤维跟踪改进算法行纤维束重建。采用神经导航计划软件iPlan 2.6(德国Brainlab公司)纤维束示踪模块重建视辐射。在该模块下将部分各向异性(FA)值设定为0.15,角度阈值为20°,最小纤维长度为50 mm。然后勾画兴趣区(ROI),根据多个兴趣区重建视辐射。视辐射Meyer环的重建,第1兴趣区选择外侧膝状体、第2兴趣区覆盖枕叶皮质距状沟下唇;视辐射背侧束的重建,第1兴趣区选择外侧膝状体、第2兴趣区置于枕叶皮质距状沟上唇。选择合适的兴趣区后,系统自动重建视辐射Meyer环。关于病灶和海马的三维重建,采用对象创建模块,于T₂-FLAIR成像逐层勾画并重建病灶,若MRI未显示占位性病变,仅重建视辐射。
(2)iMRI和显微镜下导航:重建视辐射、海马和病灶后,将所有数据通过局域网传输至神经导航计划工作站,采用PatXfer 5.2软件(德国Brainlab公司)进行数据转换,iPlan 2.6软件将DTI图像与三维解剖图像融合(图1),视辐射、海马和病灶即显示在神经导航显微镜(德国Carl Zeiss公司)的视野范围内。根据术中神经导航数据决定前颞叶切除范围(图2),为避免手术损伤视辐射Meyer环,同时行iMRI扫描,以实时更新术中神经导航数据(图3)。

2. 疗效评价 术中根据iMRI图像确定前颞叶切除范围。所有患者均于术后3个月复查静态视野,采用Engel分级^[6]评价癫痫发作控制情况:I级,

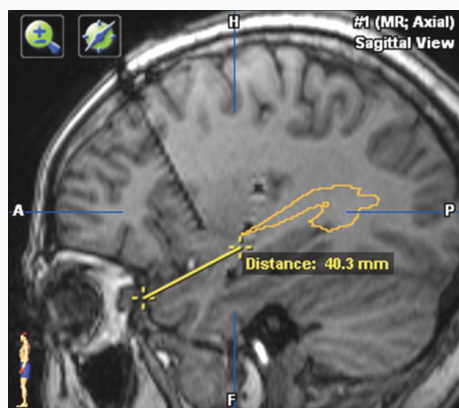


图 1 DTI 图像与二维解剖图像融合, 测量视辐射 Meyer 环至颞极的距离(40.30 mm, 黄线所示), 以明确颞叶切除范围

Figure 1 DTI imaging was fused with two-dimensional anatomical image to measure the distance between Meyer's loop and temporal pole (40.30 mm, yellow line indicates), so as to confirm the resection range.

无发作、仅有发作先兆或停用抗癫痫药物后出现发作; II 级, 偶有发作或仅夜间发作; III 级, 发作频率明显减少; IV 级, 无改善。

结 果

本组患者均成功重建患侧视辐射, 均行 iMRI 扫描, 无一例发生术区和远隔部位出血。根据视辐射 Meyer 环至颞极距离切除前颞叶, 切除颞叶大小为 1.90~5.10 cm、平均 3.29 cm。

所有患者术后随访 3~21 个月, 平均 11.33 个月。术后 3 个月复查静态视野, 16 例(66.67%)无视野缺损、8 例(33.33%)有轻度视野缺损(<1/4 象限), 其中 1 例术前即有轻度视野缺损, 术后无加重。Engel 分级 I 级 19 例(79.17%)、II 级 4 例(16.67%)、III 级 1 例(4.17%)。

讨 论

20 世纪 50 年代, Penfield^[7]率先对癫痫患者实施颞叶切除术, 发现若切除颞极后方 6 cm 以内的颞叶组织, 不会导致视野缺损; 若切除颞极后方 6 cm 以上的颞叶组织, 可导致对侧上 1/4 象限视野缺损; 若切除颞极后方 8 cm 处的颞叶组织, 可导致对侧偏盲。大量研究显示, 颞叶切除术后象限盲发生率高达 50%~70%^[8-10] 或 90%~100%^[11-14]。因此, Penfield^[7]所阐述的切除 6 cm 以内颞叶组织不会导致视野缺损的观点并不完全正确, 此后, 又有学者

提出, 切除颞极后方 3~4 cm 或 4.50 cm 处的颞叶组织可以避免视野缺损^[15-16]。常规 MRI 扫描并不能显示视辐射, 而 DTT 技术则可在体显示纤维束。晚近有研究者将 DTT 技术应用于癫痫外科, 以评价术中致痫灶切除范围和术后神经功能缺损程度^[17-18]。大量研究显示, 术前视辐射重建可以减少或避免手术切除颞叶造成的术后视野缺损^[17-20]。

本组患者均成功重建患侧视辐射, 根据视辐射 Meyer 环至颞极距离切除前颞叶, 平均为 3.29 cm (1.90~5.10 cm), 明显少于 Penfield^[7]提出的 6 cm。Barton 等^[17]研究显示, 24 例患者切除颞叶 2.40~2.80 cm; 在 Taoka 等^[18]的研究中, 14 例患者切除视辐射 Meyer 环至颞极的距离为 3.00~4.32 cm, 平均 3.66 cm; Yogarajah 等^[19]切除颞叶大小分别为 24~43 mm (平均 34 mm) 和 24~47 mm (平均 35 mm); Winston 等^[20]的研究结果为 4.40~18.70 mm; Borius 等^[16]采用 DTT 技术重建视辐射以测量视辐射 Meyer 环至颞极距离, 结果显示, 个体差异较大, 为 18.20~38.30 mm, 平均(25.40±4.70) mm, 但癫痫患者与正常对照组差异未达到统计学意义。上述研究结果提示, 视辐射 Meyer 环的解剖位置个体差异较大且较预想更靠近颞极, 与 Penfield^[7]提出的切除 6 cm 颞叶组织不会损伤视野的结论明显不同。本研究术前采用 DTT 技术重建视辐射, 同时行 iMRI 扫描再次重建视辐射, 减少术中开放侧裂池和颞角使脑脊液流失而致脑移位造成的偏差, 可以术中判断视辐射 Meyer 环解剖位置, 更精确地切除前颞叶, 既可以最大程度地切除前颞叶, 又可以避免损伤视辐射 Meyer 环。本组患者颞叶切除范围 1.90~5.10 cm, 平均 3.29 cm, 也显示出视辐射 Meyer 环至颞极距离的个体差异。

多项研究显示, 前颞叶切除致视野缺损为颞叶癫痫外科最常见的并发症之一, 发生率高达 50%~70%^[8-10] 或 90%~100%^[11-14]。Winston 等^[20]共报告 20 例颞叶癫痫患者, 术前采用 DTT 技术重建视辐射, 术后 12 例(60%)出现视野缺损、8 例(40%)无视野缺损, 颞叶切除范围较大者发生视野缺损的概率较高。在另一项研究中, 21 例患者均行颞叶切除术, 术后复查静态视野, 其中 11 例行左侧颞叶切除术, 6 例出现视野缺损; 10 例行右侧颞叶切除术, 3 例出现视野缺损^[19]。Taoka 等^[18]于颞叶切除术前采用 DTT 技术重建视辐射, 并测量视辐射 Meyer 环至颞极距离, 发现视野缺损程度与颞叶切除范围存在明

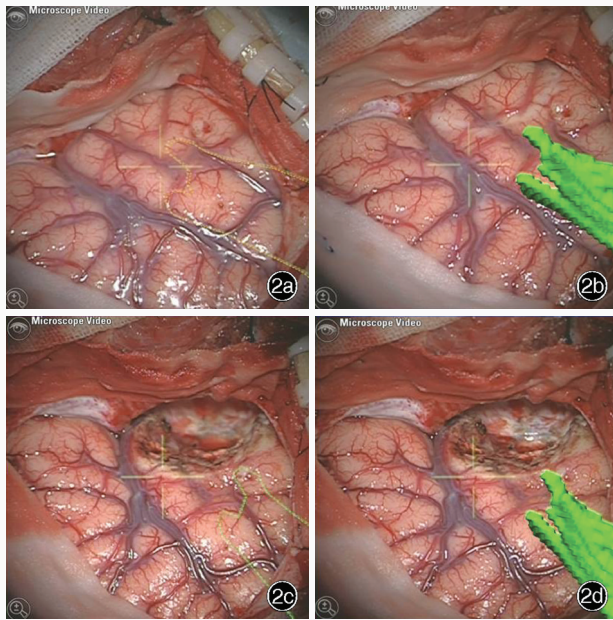
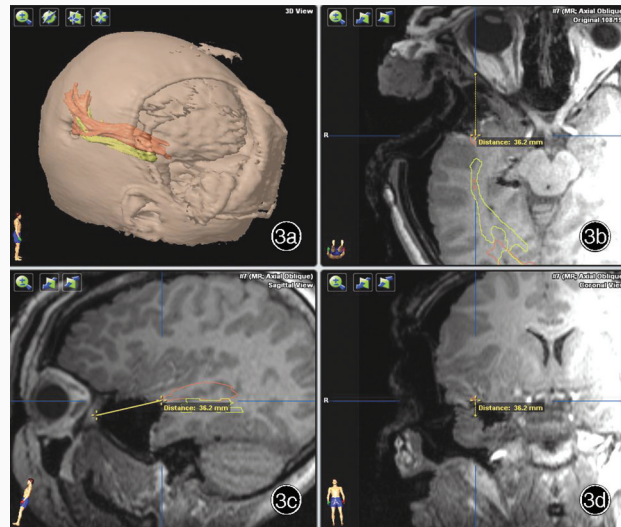


图 2 术中显微镜下导航显示视辐射在颞叶表面的投影,以明确颞叶切除范围 2a 切除颞叶前,视辐射在脑表面的二维投影(黄色虚线所示) 2b 切除颞叶前,视辐射在脑表面的三维投影(绿色区域所示) 2c 切除颞叶后,视辐射在脑表面的二维投影(黄色虚线所示) 2d 切除颞叶后,视辐射在脑表面的三维投影(绿色区域所示)

Figure 2 Optic radiation was projected onto the cortex of anterior temporal lobe in the viewing field of neuronavigation microscope. The operation was performed anterior to anterior limit of optic radiation. The planar projection of optic radiation before removing anterior temporal lobe (yellow dotted lines indicate, Panel 2a). The three-dimensional projection of optic radiation before removing anterior temporal lobe (green areas indicate, Panel 2b). The planar projection of optic radiation after removing anterior temporal lobe (yellow dotted lines indicate, Panel 2c). The three-dimensional projection of optic radiation after removing anterior temporal lobe (green areas indicate, Panel 2d).

图 3 切除颞极后行iMRI扫描,重建视辐射(棕色区域和棕线所示)并与术前影像(黄色区域和黄线所示)融合,以明确是否损伤视辐射,视辐射前是否残留颞叶组织,是否需补充切除 3a 三维容积重建图像 3b 横断面融合图 3c 矢状位融合图 3d 冠状位融合图

Figure 3 After removing anterior temporal lobe according to the projection of optic radiation onto the cortex, an intraoperative MRI (iMRI) scan was performed. Optic radiation was reconstructed (brown areas and lines indicate) and was compared with the preoperative optic radiation (yellow areas and lines indicate) to judge whether optic radiation was injured, or whether the residual temporal lobe tissue needed to be removed. Three-dimensional volume reconstruction (Panel 3a). Axial fused image (Panel 3b). Sagittal fused image (Panel 3c). Coronal fused image (Panel 3d).



显关联性,但缺乏视野缺损的详细描述。本研究术后 3 个月随访时,16 例(66.67%)无视野缺损、8 例(33.33%)有轻度视野缺损(< 1/4 象限),其中 1 例术前即有轻微视野缺损,术后无加重,与以往文献报道相比,视野缺损率较低,但仍有 1/3 患者存在视野缺损,考虑存在以下原因:(1)视辐射重建显示视辐射 Meyer 环至颞极的距离较小,最小仅 1.90 cm,切除前颞叶时,无法显露颞角,切除海马时过分牵拉颞叶残端,对颞叶造成继发性损伤,术后出现继发性视辐射损伤。(2)虽然术中再次重建视辐射,但仍不能绝对避免显微镜下导航系统的误差和脑移位。(3)目前对通过 DTT 技术重建视辐射的方法尚

无统一标准,选择不同算法可能影响视辐射重建结果,也将影响术后视野缺损。

关于颞叶切除范围与术后癫痫发作改善的关系,本组患者术后 3 个月时,Engel 分级 I 级 19 例(79.17%)、II 级 4 例(16.67%)、III 级 1 例(4.17%),与文献报道相一致。

对于诊断明确的药物难治性颞叶癫痫患者,DTT 技术重建视辐射联合 iMRI 和显微镜下导航,于视辐射 Meyer 环切除颞叶,可以减少视辐射损伤,减轻视野缺损。

随着人类对神经功能认识的深入,神经功能保护越来越受到重视。而功能区癫痫往往面临致痫灶

切除与神经功能保护之间的矛盾,如何既切除致痫灶,又保护神经功能,是神经外科医师追求的目标。对于颞叶癫痫的外科治疗,大范围切除可以保证术后疗效,但视辐射的个体差异较大,千篇一律的大范围切除,必将造成视野缺损,DTT技术重建视辐射联合iMRI和显微镜下导航可以有效保护视辐射。但同时要权衡颞叶切除范围与术后癫痫发作控制情况之间的利弊,因此,影像学 and 神经电生理学监测至关重要,术前规范、综合评价患者临床资料及周密详细的术前计划仍为癫痫外科的根本。

参 考 文 献

- [1] Wiebe S, Blume WT, Girvin JP, Eliasziw M; Effectiveness and Efficiency of Surgery for Temporal Lobe Epilepsy Study Group. A randomized, controlled trial of surgery for temporal-lobe epilepsy. *N Engl J Med*, 2001, 345:311-318.
- [2] Otte WM, van Eijsden P, Sander JW, Duncan JS, Dijkhuizen RM, Braun KP. A meta-analysis of white matter changes in temporal lobe epilepsy as studied with diffusion tensor imaging. *Epilepsia*, 2012, 53:659-667.
- [3] Gross DW. Diffusion tensor imaging in temporal lobe epilepsy. *Epilepsia*, 2011, 52 Suppl 4:32-34.
- [4] Winston GP, Yogarajah M, Symms MR, McEvoy AW, Micallef C, Duncan JS. Diffusion tensor imaging tractography to visualize the relationship of the optic radiation to epileptogenic lesions prior to neurosurgery. *Epilepsia*, 2011, 52:1430-1438.
- [5] Radhakrishnan A, James JS, Kesavadas C, Thomas B, Bahuleyan B, Abraham M, Radhakrishnan K. Utility of diffusion tensor imaging tractography in decision making for extratemporal resective epilepsy surgery. *Epilepsy Res*, 2011, 97 (1/2):52-63.
- [6] Engel J, Van Ness P, Rasmussen T. Outcome with respect to epileptic seizures//Engel J. *Surgical treatment of the epilepsies*. 2nd ed. New York: Raven Press, 1993: 609-621.
- [7] Penfield W. Temporal lobe epilepsy. *Br J Surg*, 1954, 41:337-343.
- [8] Marino R Jr, Rasmussen T. Visual field changes after temporal lobectomy in man. *Neurology*, 1968, 18:825-835.
- [9] Katz A, Awad IA, Kong AK, Chelune GJ, Naugle RI, Wyllie E, Beauchamp G, Lüders H. Extent of resection in temporal lobectomy for epilepsy: II. Memory changes and neurologic complications. *Epilepsia*, 1989, 30:763-771.
- [10] Tecoma ES, Laxer KD, Barbaro NM, Plant GT. Frequency and characteristics of visual field deficits after surgery for mesial temporal sclerosis. *Neurology*, 1993, 43:1235-1238.
- [11] Bjork A, Kugelberg E. Visual field defects after temporal lobectomy. *Acta Ophthalmol (Copenh)*, 1957, 35:210-216.
- [12] Falconer MA, Wilson JL. Visual field changes following anterior temporal lobectomy: their significance in relation to Meyer's loop of the optic radiation. *Brain*, 1958, 81:1-14.
- [13] Hughes TS, Abou-Khalil B, Lavin PJ, Fakhoury T, Blumenkopf B, Donahue SP. Visual field defects after temporal lobe resection: a prospective quantitative analysis. *Neurology*, 1999, 53:167-172.
- [14] Mengesha T, Abu-Ata M, Haas KF, Lavin PJ, Sun DA, Konrad PE, Pearson M, Wang L, Song Y, Abou-Khalil BW. Visual field defects after selective amygdalohippocampectomy and standard temporal lobectomy. *J Neuroophthalmol*, 2009, 29:208-213.
- [15] Piper RJ, Yoong MM, Kandasamy J, Chin RF. Application of diffusion tensor imaging and tractography of the optic radiation in anterior temporal lobe resection for epilepsy: a systematic review. *Clin Neurol Neurosurg*, 2014, 124:59-65.
- [16] Borius PY, Roux FE, Valton L, Sol JC, Lotterie JA, Berry I. Can DTI fiber tracking of the optic radiations predict visual deficit after surgery? *Clin Neurol Neurosurg*, 2014, 122:87-91.
- [17] Barton JJ, Hefter R, Chang B, Schomer D, Drislane F. The field defects of anterior temporal lobectomy: a quantitative reassessment of Meyer's loop. *Brain*, 2005, 128:2123-2133.
- [18] Taoka T, Sakamoto M, Nakagawa H, Iwasaki S, Takayama K, Taoka K, Hoshida T, Sakaki T, Kichikawa K. Diffusion tensor tractography of the Meyer loop in cases of temporal lobe resection for temporal lobe epilepsy: correlation between postsurgical visual field defect and anterior limit of Meyer loop on tractography. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2008, 29:1329-1334.
- [19] Yogarajah M, Focke NK, Bonelli S, Cercignani M, Acheson J, Parker GJ, Alexander DC, McEvoy AW, Symms MR, Koepp MJ, Duncan JS. Defining Meyer's loop-temporal lobe resections, visual field deficits and diffusion tensor tractography. *Brain*, 2009, 132:1656-1668.
- [20] Winston GP, Daga P, Stretton J, Modat M, Symms MR, McEvoy AW, Ourselin S, Duncan JS. Optic radiation tractography and vision in anterior temporal lobe resection. *Ann Neurol*, 2012, 71: 334-341.

(收稿日期:2015-08-18)

· 小 词 典 ·

中英文对照名词词汇(三)

富亮氨酸胶质瘤失活基因1

leucine-rich glioma-inactivated 1(LGI1)

甘油三酯 triglyceride(TG)

高碘酸-雪夫 periodic acid-Schiff(PAS)

高密度脂蛋白胆固醇

high-density lipoprotein cholesterol(HDL-C)

高迁移率蛋白A2 high mobility group A2(HMGA2)

谷氨酸脱羧酶 glutamic acid decarboxylase(GAD)

寡克隆区带 oligoclonal band(OB)

广谱细胞角蛋白 pan cytokeratin(PCK)

国际标准化比值 international normalized ratio(INR)

国际疼痛学会

International Association for the Study of Pain(IASP)

国际头痛协会 International Headache Society(IHS)

国家食品药品监督管理总局

China Food and Drug Administration(CFDA)

海马硬化 hippocampal sclerosis(HS)

汉密尔顿焦虑量表 Hamilton Anxiety Rating Scale(HAMA)