

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2022.17.002
文章编号: 1005-8982 (2022) 17-0008-06

耳鼻咽喉疾病专题·论著

术前弥散张量成像重建联合术中面听神经 电生理监测对听神经瘤术后面神经 保护作用的研究*

徐力, 殷义明, 柳荫, 陈军, 陶晓暘, 罗成

(南京医科大学附属苏州医院 神经外科, 江苏 苏州 215008)

摘要: **目的** 探究术前弥散张量成像(DTI)重建联合术中面听神经电生理监测对听神经瘤术后面神经的保护作用。**方法** 收集2016年7月—2021年10月南京医科大学附属苏州医院收治的82例听神经瘤患者的病历资料进行回顾性分析,根据治疗方案将其分为对照组和研究组,每组41例。对照组术前采用磁共振成像(MRI)平扫及增强扫描;研究组在对照组基础上联合DTI面神经重建。比较两组患者肿瘤和面神经空间位置、面神经走行判定准确率、手术时间、术中出血量及手术切除情况,记录两组患者术后并发症发生情况。术后3个月随访,比较两组患者的面神经功能及患侧术后听力水平。**结果** 两组患者肿瘤和面神经空间位置比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。两组患者术前面神经走行判定准确率比较,差异有统计学意义($P<0.05$),研究组高于对照组。两组患者术中出血量、手术时间比较,差异有统计学意义($P<0.05$),研究组出血量少于对照组,手术时间短于对照组,两组患者手术切除情况比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。术前两组患者面神经功能等级比较,差异无统计学意义($P>0.05$),术后研究组面神经功能优于对照组($P<0.05$)。两组患者术前和术后听力水平比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。两组患者术后并发症发生率比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 术前DTI重建联合术中面听神经电生理监测应用于听神经瘤切除术,有助于提高术前面神经定位的精准度,减少术中出血量,缩短手术时间,降低面神经功能损伤风险。

关键词: 听神经瘤;弥散张量成像;面听神经电生理监测;面神经功能

中图分类号: R739.4

文献标识码: A

Neuroprotective effect of preoperative DTI reconstruction combined with intraoperative electrophysiological monitoring of facial auditory nerve on postoperative acoustic neuroma*

Li Xu, Yi-ming Yin, Yin Liu, Jun Chen, Xiao-yang Tao, Cheng Luo

(Department of Neurosurgery, Suzhou Hospital Affiliated to Nanjing Medical University,
Suzhou, Jiangsu 215008, China)

Abstract: **Objective** To explore the neuroprotective effect of preoperative diffusion tensor imaging (DTI) reconstruction combined with intraoperative electrophysiological monitoring of facial auditory nerve on acoustic neuroma. **Methods** The medical records of 82 patients with acoustic neuroma treated in Suzhou hospital from July 2016 to October 2021 were selected and analyzed retrospectively. They were divided into study group and control group according to the treatment scheme. The control group (41 cases) underwent plain and enhanced magnetic

收稿日期: 2022-04-15

* 基金项目: 江苏省自然科学基金(No:BK20191172)

[通信作者] 罗成, E-mail: lc636@sina.com; Tel: 13914080761

resonance imaging (MRI) before operation, and the study group (41 cases) combined with DTI facial nerve reconstruction on the basis of the control group. The spatial position of tumor and facial nerve, the accuracy of facial nerve routing, the length of operation, the amount of intraoperative bleeding and surgical resection were compared between the two groups, and the postoperative complications of the two groups were recorded. The facial nerve function and postoperative hearing level of the affected side were compared between the two groups. **Results** The accuracy of preoperative nerve course detection in the study group was compared by χ^2 -test, the difference was statistically significant ($P < 0.05$), and the study group was higher than the control group. There was no significant difference between the two groups in the spatial relationship between facial nerve and tumor ($P > 0.05$). The amount of intraoperative bleeding and the length of operation in the study group were significantly different by t-test ($P < 0.05$), which was less in the study group than in the control group. There was no significant difference between the two groups by χ^2 -test ($P > 0.05$). There was no significant difference in the functional grade of facial nerve between the two groups before operation by rank sum test ($P > 0.05$). The rank sum test showed that the facial nerve function of the study group was better than that of the control group ($P < 0.05$). After rank sum test, there was no significant difference between the two groups ($P > 0.05$). There was no significant difference in the incidence of postoperative complications between the two groups by χ^2 -test ($P > 0.05$). **Conclusion** The application of preoperative DTI reconstruction combined with intraoperative electrophysiological monitoring of facial auditory nerve in acoustic neuroma resection is more helpful to improve the positioning accuracy of facial nerve before operation, shorten the operation time, reduce the amount of intraoperative bleeding, and reduce the risk of facial nerve function injury.

Keywords: neuroma, acoustic; diffusion tensor imaging; electrophysiological monitoring of facial auditory nerve; facial nerve function

听神经瘤是一类起源于前听神经鞘且组织学呈良性的神经鞘瘤,其发病率占颅内肿瘤的8%左右,可引起患者进行性听力下降、头痛及颅内压升高临床症状或体征,严重影响患者的生活质量及身体健康^[1-2]。目前,临床阶段针对听神经瘤多以手术切除或放射治疗为主,临床疗效优且多数患者均可治愈,但面瘫作为听神经瘤术后常见的并发症,发病率较高,且暂无根治面瘫的特效药物,预后不佳^[3-4]。WINN等^[5]研究发现随着听神经瘤体积的增大,面瘫发生率在一定区间内呈升高趋势。此外,由于面神经供血血管较少且靠近膝状神经节的部分缺少神经鞘膜,因此术中损伤风险较高^[6]。而常规面听神经电生理监测虽可通过术中电信号的波幅变化控制术中操作力度和速度,在一定程度上降低患者术后面瘫发生率,但仍无法达到临床预期,且可能增加手术时间,迁延患者术后恢复^[7]。弥散张量成像(diffusion tensor imaging, DTI)是以水分子弥散特性为理论基础的影像学方法,可非侵入性地显示脑白质的微观结构,对术前辨识面神经,制订合理的听神经瘤手术方案具有积极的研究价值^[8]。但对于其能否保护患者术后面神经,降低面瘫发生风险,目前临床研究数据有限,仍需不断探索证实。

1 资料与方法

1.1 研究对象

收集2016年7月—2021年10月南京医科大学附属苏州医院收治的听神经瘤患者82例的病历资料进行回顾性分析。其中,男性50例,女性32例;年龄34~57岁,平均 (41.16 ± 2.71) 岁;肿瘤1.4~4.7 cm,平均 (2.21 ± 0.46) cm。根据治疗方案不同将患者分为对照组和研究组,每组41例。纳入标准:①均符合《听神经瘤多学科协作诊疗中国专家共识》^[9]的听神经瘤的临床诊断。②入组前均未接受手术治疗;③年龄>18岁;④合并糖尿病、高血压等全身代谢性慢性疾病。排除标准:①合并其他恶性肿瘤;②合并其他颅内疾病或影响面神经功能疾病;③颅脑损伤;④妊娠或哺乳期女性;⑤肝肾功能损伤;⑥智力障碍无法积极配合研究者。本研究经医院医学伦理委员会审批,患者及家属均对本研究知情并签署知情同意书。两组患者年龄、性别构成、肿瘤大小、肿瘤形态、Koos分级比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表1。

1.2 研究方法

两组患者均由同一组临床经验及操作水平相当的医师行肿瘤切除治疗,术中行面听神经电生理监测。对照组术前采用磁共振成像(magnetic

表 1 两组患者一般资料比较 (n=41)

组别	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$)	男/女/例	肿瘤大小/(cm, $\bar{x} \pm s$)	肿瘤形态/例			Koos 分级/例		
				囊实性	囊性	实性	Ⅱ期	Ⅲ期	Ⅳ期
研究组	40.79 $\pm$ 2.55	24/17	2.12 $\pm$ 0.41	20	8	13	19	18	4
对照组	41.54 $\pm$ 2.19	26/15	2.27 $\pm$ 0.43	18	11	12	15	21	5
t/ χ^2 值	1.429	0.205	1.617		0.619			0.812	
P值	0.157	0.651	0.109		0.734			0.666	

resonance imaging, MRI)平扫及增强扫描;研究组在对照组基础上联合DTI面神经重建。磁共振检测选用美国GE1.5 T Op Tix MR 磁共振仪。

1.2.1 对照组 患者术中使用诱发面肌电图辨识面神经,并于电生理检测显示操作区无面神经信号后,瘤内分块切除肿瘤并游离肿瘤边界,暴露面神经脑干段,后沿内听道后壁磨开,切除肿瘤,暴露面神经内听道段,后沿内听道段和脑干段相向全切肿瘤,对面神经和瘤体过度黏连者行次全切术。

1.2.2 研究组 术前行DTI扫描,序列参数设定:层数60层、层厚3.5 mm、层距0 mm、视野(FOV)240 mm $\times$ 240 mm、重复时间(TR)6 400 ms、回波时间(TE)103 ms。获取肿瘤形态及面神经等信息后通过Slicer 4.10.1 软件处理,记录各项异性分数(FA),FA上、下限分别设定为0.2和0.1,以0.01 梯度逐层增加,选择面神经出脑干区和患侧内听道口并结合绘制的感兴趣区(ROI)追踪重建面神经。确定肿瘤位置和面神经信息后在术中临近面神经走行区前降调双极电凝功率,避免热刺激损伤面神经,其余手术方案同对照组。

1.3 观察指标

①患者肿瘤和面神经空间位置及面神经走行判定准确率。②患者术中出血量、手术时间及手术切除情况(全切:影像学显示无肿瘤残留;次全切:面神经或听神经表面保留片状小型肿瘤)。③患者面神经功能分级:两组患者均于术后随访3个月,采用House Brackmann (H-B) [10]评估面神经功能,H-B中功能评级分为Ⅰ~Ⅵ级。Ⅰ级(面部功能正常),Ⅱ级(静态:双侧基本对称。动态:抬眉中度以下减弱;轻微用力可闭眼;口角轻度不对称轻度障碍),Ⅲ级(静态:双侧基本对称。动态:抬眉可轻、中度运动;用力可闭眼;

口角运动时患侧肌力轻度减弱),Ⅳ级(静态:双侧基本对称。动态:不能抬眉;用力眼睑闭合不全;口角用力时患侧明显肌力减弱,两侧明显不对称,有明显联运现象),Ⅴ级(静态:明显不对称。动态:不能抬眉;用力眼睑闭合不全;仅存轻度的口角运动),Ⅵ级(静态:明显不对称。动态:患侧面肌力无运动)。④患侧术后听力水平分级:两组患者均于术后随访3个月,参考《实用耳鼻咽喉头颈外科学》[11]对患者术后患侧听力进行评估,听力等级包括A~D级,A级:言语辨识率 $\geq$ 70%且纯平均听阈 $\leq$ 30 dB;B级:言语辨识率 $\geq$ 50%且纯平均听阈 $\leq$ 50 dB;C级:言语辨识率 $\geq$ 50%且纯平均听阈 $>$ 50 dB;D级:言语辨识率 $<$ 50%且无可测听力。⑤患者术后住院期间面部麻木、脑脊液外流、出血等并发症发生状况。

1.4 统计学方法

数据分析采用SPSS 26.0 统计软件。计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,比较用t检验;计数资料以构成比或率(%)表示,比较用 χ^2 检验或经确切概率计算;等级资料以等级表示,比较用秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者肿瘤和面神经空间位置及面神经走行判定准确率的比较

对照组面神经和肿瘤空间位置显示腹侧上方11例、腹侧居中27例、腹侧下方2例、肿瘤下极1例;研究组面神经和肿瘤空间位置显示腹侧上方9例、腹侧居中28例、腹侧下方3例、肿瘤下极1例;两组面神经和肿瘤空间关系比较,经确切概率计算,差异无统计学意义($P > 0.05$)。研究组术前面神经走行扫描结果与术中面神经空间位置比较发现,研究组术前面神经位置判定中有2例与术中实

际不符, 准确率为 95.12%; 对照组术前面神经位置判定中有 9 例不符, 准确率为 78.05%。两组患者术前面神经走行判定准确率比较, 经 χ^2 检验, 差异有统计学意义 ($\chi^2=5.145$, $P=0.023$)。

2.2 两组患者术中出血量、手术时间及手术切除情况的比较

两组术中出血量、手术时间比较, 经 t 检验, 差异有统计学意义 ($P<0.05$), 研究组出血量少于对照组, 手术时间短于对照组; 两组手术切除情况比较, 经 χ^2 检验, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。见表 2。

2.3 两组患者术前、术后面神经功能的比较

术前两组患者面神经功能等级比较, 经秩和检验, 差异无统计学意义 ($P>0.05$); 术后两组患者神经功能等级比较, 经秩和检验, 差异有统计

表 2 两组患者术中出血量、手术时间及手术切除情况比较
($n=41$)

组别	术中出血量/ (mL, $\bar{x} \pm s$)	手术时长/ (min, $\bar{x} \pm s$)	手术切除 例(%)	
			全切	次全切
研究组	311.64 $\pm$ 57.84	351.25 $\pm$ 58.32	40(97.56)	1(2.44)
对照组	352.77 $\pm$ 56.89	449.86 $\pm$ 62.87	38(92.68)	3(7.32)
t/χ^2 值	3.246	7.363	1.051	
P 值	0.002	0.001	0.616	

学意义 ($P<0.05$), 研究组面神经功能优于对照组。见表 3。

2.4 两组患者术前、术后患侧听力水平的比较

两组患者术前、术后患侧听力水平比较, 经秩和检验, 差异无统计学意义 ($P>0.05$)。见表 4。

表 3 两组患者术前、术后面神经功能比较 [$n=41$, 例(%)]

组别	术前				术后			
	I 级	II 级	III 级	IV ~ VI 级	I 级	II 级	III 级	IV ~ VI 级
研究组	32(78.05)	2(4.88)	7(17.07)	0(0.00)	25(60.98)	11(26.83)	3(7.32)	2(4.88)
对照组	30(73.17)	5(12.20)	6(14.63)	0(0.00)	19(46.34)	6(14.63)	10(24.40)	6(14.63)
Z 值	1.427				8.058			
P 值	0.490				0.045			

表 4 两组患者术后听力水平比较 [$n=41$, 例(%)]

组别	术前				术后			
	A	B	C	D	A	B	C	D
研究组	3(7.32)	11(26.83)	18(43.90)	9(21.95)	1(2.44)	6(14.63)	24(58.54)	10(24.40)
对照组	4(9.75)	15(36.59)	17(41.46)	5(12.20)	2(4.88)	8(19.51)	17(41.46)	14(34.15)
Z 值	1.930				2.481			
P 值	0.587				0.479			

2.5 两组患者术后并发症发生率的比较

研究组术后并发症总发生率为 9.76%, 对照组术后并发症总发生率为 19.51%, 两组比较, 经 χ^2 检验, 差异无统计学意义 ($\chi^2=1.562$, $P=0.211$)。见表 5。

表 5 两组患者术后并发症发生率比较 [$n=41$, 例(%)]

组别	面部麻木	脑脊液外流	创口出血	声音沙哑
研究组	1(2.44)	1(2.44)	1(2.44)	1(2.44)
对照组	3(4.88)	1(2.44)	2(4.88)	2(4.88)
χ^2 值	1.051	0.000	0.003	0.003
P 值	0.616	1.000	0.996	0.996

3 讨论

听神经瘤作为神经内科常见的颅内良性肿瘤,发病率高且致病机制复杂,不利于患者的身体健康。目前临床通过手术切除等根治性方案虽可有效治愈多数听神经瘤患者,但患者术后面神经损伤所致的面瘫一直是临床学者难以突破的瓶颈。部分学者曾尝试通过充分释放脑脊液降低颅内压或密切观察电生理监测信号,并根据波幅波动及时停止或轻柔术中操作等方案保护患者面神经,但患者术后面瘫发生率仍较高,预后不佳^[12-13]。相关研究^[14-15]表明,MRI 部分序列可反映健康人群的颅内神经,且可辅助定位小体积听神经瘤的面神经,从而完善手术入路方式及手术切除方案,具有一定的临床应用效果。但近些年研究发现,随着听神经瘤体积的变化,MRI 对听神经瘤患者的面神经定位效能波动明显,无法满足临床实践需求^[16]。因此如何在稳定听神经瘤患者手术疗效的前提下,进一步完善手术方案,降低术后面瘫发生率,成为近些年临床学者亟需攻克的难点。

DTI 是一种以水分子弥散特性为信号的新序列成像方法,可通过弥散张量纤维束成像间接反映神经纤维通路信号,且是目前唯一应用于活体组织中显示神经纤维束排列、方向、走向及髓鞘的医疗技术,对早期检出脑白质的病理变化及定位面神经具有重要的参考价值^[17]。吴学东等^[18]通过对 62 例听神经瘤患者的研究同样认为,DTI 对提高听神经瘤患者面神经定位具有积极研究意义。本研究显示,研究组术前对面神经走行判定准确率较高,且术中出血量少于对照组,手术时间也短于对照组,表明术前 DTI 重建联合术中面听神经电生理监测应用于听神经瘤切除术,更有助于提高术前对面神经定位的精准度,协助术中有效避开面神经,从而减少术中出血量,缩短手术时间。本研究中研究组术后面神经功能评定优于对照组,提示听神经瘤患者在术中面听神经电生理监测基础上联合术前 DTI 重建,更有助于减少患者面神经功能损伤。研究分析可能与 DTI 提高了听神经瘤患者术前面神经定位的准确度有关。DTI 以水分子弥散特性为基础,受制于活体组织中结构的不同而改变水分子自由弥散的速率及方向,尤其在神经纤维组织中受轴索、髓鞘等排列方式影响,迫使

水分子沿纤维走向弥散,从而更有助于确定听神经瘤患者的面神经位置及走行,从而缩短术中术者操作时间,减少术中损伤^[19-20]。本研究结果显示,两组患者术后听力均出现不同程度的降低,与既往研究结论基本一致。相关研究^[21]认为,听神经瘤属于前庭神经鞘瘤,而前庭神经鞘瘤属于第Ⅷ对前庭窝颅神经,直接影响听神经功能,因此患者术后患侧听力保留概率较低。此外本研究对两组患者术后并发症发生率比较显示,两组患者术后均未出现严重并发症,且并发症发生率较低,提示术前 DTI 重建联合术中面听神经电生理监测应用于听神经瘤术中不会增加患者术后并发症发生风险。

结合本研究结论及既往研究分析^[22-23],通过术前定位听神经瘤患者的面神经走行及位置,可较大程度上改善患者术后面神经损伤,而无法逆转听力功能。因此笔者认为后续临床实践中针对听神经瘤的手术治疗方案可优先考虑联合术前 DTI 重建降低患者术中面神经损伤,而对于听力尚未完全丧失的听神经瘤患者,可尝试通过提高术者操作能力及机械精准度,尽可能减少对听力的损伤。此外,由于本研究样本量有限,后续可进一步开展大样本随机对照研究证实本研究结论,共同推动听神经瘤的研究进展。

综上所述,术前 DTI 重建联合术中面听神经电生理监测应用于听神经瘤切除术,更有助于提高术前对面神经的定位精准度,减少术中出血量,缩短手术时间,降低面神经功能损伤风险。

参 考 文 献:

- [1] 吕方,赵振,钟玉馨,等.听神经瘤术中面神经功能保护的研究进展[J].华中科技大学学报(医学版),2021,50(1):129-134.
- [2] 方媛,刘文科,惠旭辉.听神经瘤术中面神经监测的研究进展[J].中华神经外科杂志,2020,36(5):526-529.
- [3] SCHNEIDER J R, CHILUWAL A K, ARAPI O, et al. Near total versus gross total resection of large vestibular schwannomas: facial nerve outcome[J]. Oper Neurosurg (Hagerstown), 2020, 19(4): 414-421.
- [4] NELLIS J C, SHARON J D, PROSS S E, et al. Multifactor influences of shared decision-making in acoustic neuroma treatment[J]. Otol Neurotol, 2017, 38(3): 392-399.
- [5] WINN H R, BERGER M S, BURCHIEL K J, et al. Youmans and winnneurological surgery[M]. Philadelphia: Elsevier, 2017: 1144-1146.

- [6] 成睿, 吉磊, 王春红, 等. DTI重建面听神经模型辅助前庭神经鞘瘤手术[J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2021, 26(2): 70-71.
- [7] 叶海雯, 梁茂金, 郑亿庆, 等. 弥散张量成像(DTI)联合内镜技术在听神经瘤切除术中的面神经保护作用[J]. 中华耳科学杂志, 2018, 16(4): 548-552.
- [8] 杨吉鹏, 邱翔, 刘英辉, 等. 3DSlicer软件弥散张量成像纤维束追踪技术在听神经瘤手术中的应用[J]. 脑与神经疾病杂志, 2021, 29(6): 346-351.
- [9] 中国颅底外科多学科协作组. 听神经瘤多学科协作诊疗中国专家共识[J]. 中华医学杂志, 2016, 96(9): 676-680.
- [10] HOUSE JW, BRACKMANN DE. Facial nerve grading system[J]. Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 1985, 93: 146-147.
- [11] 黄选兆, 汪吉宝, 孔维佳. 实用耳鼻咽喉头颈外科学(第2版)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2007, 1092-1096.
- [12] 蔡林彬, 杨军. 弥散张量成像应用于听神经瘤患者术前面神经定位可行性的初步研究[J]. 听力学及言语疾病杂志, 2019, 27(4): 370-373.
- [13] 李新军, 韩杨云, 孙中书, 等. 弥散张量成像在听神经瘤术中面神经定位中的应用价值[J]. 中华神经外科杂志, 2021, 37(2): 144-148.
- [14] SCHWARTZ N, ROTH M A, DILLON M T, et al. MRI surveillance following concurrent cochlear implantation in cases of vestibular schwannoma resection[J]. Am J Otolaryngol, 2020, 41(4): 102518.
- [15] 宋海民, 吴至武, 胡坤, 等. 磁共振弥散张量纤维束成像技术在听神经瘤中的应用[J]. 中国现代医学杂志, 2018, 28(20): 121-123.
- [16] FIEUX M, ZAUCHE S, RABASTE S, et al. MRI monitoring of residual vestibular schwannomas: modeling and predictors of growth[J]. Otol Neurotol, 2020, 41(8): 1131-1139.
- [17] 袁钰晓, 崔亚辉. 弥散张量成像技术对听神经瘤切除术后面神经损伤的影响[J]. 中国耳鼻咽喉头颈外科, 2019, 26(9): 507-508.
- [18] 吴学东, 夏海坚, 钟东, 等. 术前弥散张量成像面神经重建在听神经瘤手术中的应用[J]. 中国神经精神疾病杂志, 2020, 46(11): 641-645.
- [19] SAMALA R, BORKAR S A, SHARMA R, et al. Effectiveness of preoperative facial nerve diffusion tensor imaging tractography for preservation of facial nerve function in surgery for large vestibular schwannomas: results of a prospective randomized study[J]. Neurol India, 2019, 67(1): 149-154.
- [20] SZMUDA T, SŁONIEWSKI P, ALI S, et al. Reliability of diffusion tensor tractography of facial nerve in cerebello-pontine angle tumours[J]. Neurol Neurochir Pol, 2020, 54(1): 73-82.
- [21] 宋海民, 曾海兰, 肖道雄, 等. 听神经瘤中面神经的分布规律研究[J]. 中国全科医学, 2018, 21(35): 4388-4391.
- [22] KURTCAN S, HATIBOGLU M A, ALKAN A, et al. Evaluation of auditory pathways using DTI in patients treated with gamma knife radiosurgery for acoustic neuroma: a preliminary report[J]. Clin Neuroradiol, 2018, 28(3): 377-383.
- [23] SAVARDEKAR A R, PATRA D P, THAKUR J D, et al. Preoperative diffusion tensor imaging-fiber tracking for facial nerve identification in vestibular schwannoma: a systematic review on its evolution and current status with a pooled data analysis of surgical concordance rates[J]. Neurosurg Focus, 2018, 44(3): E5.

(张西倩 编辑)

本文引用格式: 徐力, 殷义明, 柳荫, 等. 术前弥散张量成像重建联合术中面听神经电生理监测对听神经瘤术后面神经保护作用的研究[J]. 中国现代医学杂志, 2022, 32(17): 8-13.

Cite this article as: XU L, YIN Y M, LIU Y, et al. Neuroprotective effect of preoperative DTI reconstruction combined with intraoperative electrophysiological monitoring of facial auditory nerve on postoperative acoustic neuroma[J]. China Journal of Modern Medicine, 2022, 32(17): 8-13.