

文章编号:1003-2754(2025)08-0736-05

doi:10.19845/j.cnki.zfysjbjzz.2025.0140

# 多系统萎缩C型患者平稳跟踪和视动性眼震试验的视频眼震电图特点

陈芳, 户宁宁, 杨冬菊, 刘静, 林华, 樊春秋

**摘要:** **目的** 明确多系统萎缩C型(MSA-C)患者平稳跟踪和视动性眼震的视频眼震电图特点,为早期诊断MSA-C提供电生理依据。**方法** 以2022年5月—2023年12月首都医科大学宣武医院神经内科诊治30例MSA-C患者为试验对象,以同期30例健康人群为对照组,将30例MSA-C患者的平稳跟踪和视动性眼震参数进行分析。平稳跟踪参数包括波形,不同速度的增益,左右增益对比,以及波形异常比例与增益异常比例对比;视动性眼震参数包括方向和慢相速度(SPV)对称性,不同速度的平均增益;视动性眼震增益异常与平稳跟踪增益异常比例对比。**结果** MSA-C患者平稳跟踪异常波形比例(90.0%)明显高于对照组(13.3%);MSA-C患者 $20^{\circ}/s$ 和 $40^{\circ}/s$ 平稳跟踪增益均值明显低于对照人群,且随着速度增加差异越显著;MSA-C患者不同速度左右平稳跟踪增益均值无差异;MSA-C患者平稳跟踪波形异常(90.0%)比例明显高于增益异常比例(16.7%)。MSA-C患者视动性眼震方向和双侧SPV对称性均正常;MSA-C患者不同速度视动性眼震增益均值都明显低于对照组。MSA-C患者视动性眼震增益降低比例明显高于平稳跟踪增益降低比例。**结论** 与对照组相比,MSA-C患者平稳跟踪增益下降,随着靶点速度增加增益降低越显著。MSA-C患者平稳跟踪波形异常比增益降低更为敏感,可作为早期诊断MSA-C的电生理指标。与对照组相比,MSA-C患者视动性眼震增益降低,视动性眼震增益降低比平稳跟踪增益降低更为敏感。总之,平稳跟踪波形异常和视动性眼震增益降低是早期诊断MSA-C的重要电生理指标。

**关键词:** 多系统萎缩C型; 平稳跟踪; 视动性眼震; 早期诊断

中图分类号:R741.044

文献标识码: A

**Characteristics of smooth pursuit eye movement and optokinetic nystagmus on videonystagmography in patients with multiple system atrophy, cerebellar type** CHEN Fang, HU Ningning, YANG Dongju, et al. (Department of Neurology, Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China)

**Abstract: Objective** To investigate the characteristics of smooth pursuit eye movement and optokinetic nystagmus on videonystagmography in patients with multiple system atrophy, cerebellar type (MSA-C), and to provide electrophysiological information for the early diagnosis of MSA-C. **Methods** A total of 30 patients with MSA-C who were diagnosed and treated in Department of Neurology, Xuanwu Hospital, Capital Medical University, from May 2022 to December 2023 were enrolled as subjects (MSA-C group), and 30 healthy individuals were enrolled as control group. The parameters of smooth pursuit eye movement and optokinetic nystagmus were analyzed for the 30 patients with MSA-C. The parameters of smooth pursuit eye movement included waveform, velocity-dependent gain, left-right gain balance, and comparison of waveform abnormality rates versus gain abnormality rates, and the parameters of optokinetic nystagmus included direction, slow phase velocity (SPV) symmetry, and mean gains across different velocities; a comparative analysis was performed for the proportion of patients with optokinetic nystagmus gain abnormalities and those with smooth pursuit gain abnormalities.

**Results** Compared with the control group, the MSA-C group had a significantly higher proportion of patients with abnormal waveforms in smooth pursuit test (90.0% vs 13.3%) and significantly lower mean smooth pursuit gains of  $20^{\circ}/s$  and  $40^{\circ}/s$ , and such difference became more significant with the increase in velocity. There was no significant difference in mean smooth pursuit gain between the MSA-C patients with different velocities, and among the MSA-C patients, the patients with waveform abnormalities accounted for a significantly higher proportion than those with gain abnormalities (90.0% vs 16.7%). The patients with MSA-C had normal direction and bilateral SPV symmetry for optokinetic nystagmus, and the MSA-C group had significantly lower mean gains across different velocities than the control group. Among the MSA-C patients, the patients with a reduction in optokinetic nystagmus gain accounted for a significantly higher proportion than those with a reduction in smooth pursuit gain. **Conclusion** Compared with the control group, the patients with MSA-C had a reduction in smooth pursuit gain, which became more significant with the increase in velocity. In patients with MSA-C, abnormal smooth pursuit waveforms were more sensitive than gain reduction and may serve as an electrophysiological indicator for the early diagnosis of MSA-C. Compared with the control group, the patients with MSA-C had a reduction in optokinetic nystagmus gain, which was more sensitive than smooth pursuit gain reduction. In conclusion, waveform abnormalities in smooth pursuit test and the reduction in optokinetic nystagmus gain are important electrophysiological indicators for the early diagnosis of MSA-C.

**Key words:** Multiple system atrophy, cerebellar type; Smooth pursuit; Optokinetic nystagmus; Early diagnosis

收稿日期:2025-06-15;修订日期:2025-08-12

基金项目:国家自然科学基金(62376150)

作者单位:(首都医科大学宣武医院神经内科,北京 100053)

通信作者:樊春秋,E-mail: fanchunqiu@vip.sina.cn

多系统萎缩(multiple system atrophy, MSA)是一种成人发病的进行性神经系统变性疾病,由于 $\alpha$ 共核蛋白错误折叠和聚集,在胶质细胞胞质内形成包涵体(glial cytoplasmic inclusions, GCIs),后者沉积在黑质纹状体、下橄榄核-脑桥-小脑和自主神经系统,导致相关临床症状<sup>[1]</sup>。MSA临床上根据运动症状分为两个亚型,以帕金森症状为主要表现的多系统萎缩P型(MSA-Parkinsonian type, MSA-P)和以小脑症状为主要表现的多系统萎缩C型(MSA-Cerebellar type, MSA-C)。由于眼动通路包括小脑、脑干和基底节区,MSA患者床边查体和视频眼震点图检查均可发现多种眼动异常<sup>[2,3]</sup>。多个研究证实MSA-P患者可以应用眼动检查来鉴别帕金森病,尤其是早期MSA-P患者<sup>[4-6]</sup>。MSA-C以小脑症状为主要临床表现,GCIs主要沉积在下橄榄核-脑桥-小脑系统,后者是平稳跟踪和视动性眼震通路的重要组成部分,早期MSA-C患者肢体共济失调和小脑性构音障碍不明显,视跟踪异常等眼动异常的出现对于早期MSA-C诊断十分重要,本研究将30例MSA-C患者和30例健康对照的平稳跟踪和视动性眼震参数进行对比,明确MSA-C患者平稳跟踪和视动性眼震的电生理特点,为早期诊断MSA-C提供线索。

## 1 资料和方法

### 1.1 一般资料

研究对象分为试验组和对照组,试验组为30例MSA-C患者,对照组为同期30例健康人群,两组年龄和性别无统计学差异。

试验组选取2022年5月—2023年12月首都医科大学宣武医院神经内科(以下简称“我院”)诊治MSA-C患者30例,男23例,女7例,平均年龄60.8岁(50~70岁),11例为临床确诊的MSA-C,19例为临床很可能的MSA-C。纳入标准:(1)符合临床确诊的MSA-C诊断标准(散发、进展性、成年起病(>30岁)的基本特征,同时具有核心临床表现(小脑综合征+至少1项自主神经功能障碍),至少存在2项支持性临床表现(运动症状和非运动症状),至少存在1项MRI标志[脑区萎缩(壳核、小脑和脑干),十字征和脑区弥散系数增加],不存在排除性的临床表现)或临床很可能的MSA-C诊断标准[散发、进展性、成年起病(>30岁)的基本特征,同时具有核心临床表现(小脑综合征+至少一项自主神经功能障碍),至少存

在1项支持性临床表现(运动症状和非运动症状),不要求MRI标志,不存在排除性的临床表现];(2)完成视频眼震电图检测。排除标准:(1)服用前庭抑制剂或者兴奋药物;(2)视力障碍;(3)认知障碍。

对照组:健康体检人群30例。纳入标准:(1)配合完成视频眼震电图检测;(2)无前庭结构损害疾病。排除标准:(1)服用前庭抑制剂或者兴奋药物;(2)视力障碍;(3)认知障碍。

### 1.2 方法

1.2.1 水平平稳跟踪 测试方法:受试者头不动,眼球紧跟屏幕上的白色光标移动,采用不同的速度和频率进行记录;光标移动速度分别为:10°/s, 20°/s和40°/s;对应光标移动频率分别为:0.11 Hz, 0.21 Hz和0.54 Hz。

参数采集和结果判定方法:

(1)曲线波形:正常跟踪曲线为与视标曲线基本一致的平滑正弦曲线,可有个别叠加在跟踪曲线上的扫视波,若出现较多连续扫视波一般为病理情况(扫视样跟踪)。可分为以下四型<sup>[7]</sup>:I型,正常型,光滑正弦曲线;II型,正常型,光滑正弦曲线上附加个别阶梯状扫视波;III型,异常型,曲线不光滑,呈阶梯状,多个扫视波叠加于跟踪曲线之上;IV型,异常型,曲线波形紊乱。

(2)增益:眼动速度与目标速度之比(眼动速度曲线与目标速度曲线之斜率),正常人 $\geq 0.6$ 。

1.2.2 视动眼震 测试方法:头不动,眼球注视屏幕中心,默数经过中心的光标数量。光标移动速度分别为:10°/s, 15°/s和40°/s。

参数采集和结果判定方法:评估眼震方向,增益和左右对称性。

(1)眼震方向:眼震方向与图像移动方向相反(正常),或相同(异常)。

(2)增益:眼动慢相速度与光标速度之比,3个连续视动性眼震波形的慢相速度(slow phase velocity, SPV)平均值 $>0.7$ (正常), $\leq 0.7$ (异常)。

(3)左右对称性:双侧SPV差和比 $<15\%$ (正常), $\geq 15\%$ (异常)。

### 1.3 观察指标及方法

1.3.1 平稳跟踪参数分析 主要参数包括:(1)试验组和对照组平稳跟踪波形对比;(2)试验组和对照组不同速度(频率)平稳跟踪增益均值对比;

(3)试验组不同速度(频率)左右平稳跟踪增益均值对比;(4)试验组异常平稳跟踪波形比例与增益异常比例的对比。

### 1.3.2 视动性眼震参数分析 主要参数包括:

(1)试验组患者视动性眼震方向和SPV对称性;(2)试验组和对照组不同速度视动性眼震增益均值对比;(3)试验组视动性眼震增益异常比例与平稳跟踪增益异常比例对比。

### 1.4 统计学分析

试验组和对照组平稳跟踪平均增益的对比,试验组不同速度(频率)左右平稳跟踪平均增益的对比、试验组和对照组视动性眼震增益的对比均采用

配对样本 $t$ 检验;试验组和对照组平稳跟踪异常波形比例的对比和试验组平稳跟踪增益降低比例与视动性眼震增益降低比例均采用 $\chi^2$ 检验。

## 2 结 果

### 2.1 试验组和对照组平稳跟踪参数分析

2.1.1 试验组和对照组平稳跟踪波形对比 MSA-C患者平稳跟踪异常波形比例(90.0%)明显高于对照组(13.3%)(见表1)。

2.1.2 试验组和对照组平稳跟踪增益均值对比 MSA-C患者 $20^\circ/\text{s}$ 和 $40^\circ/\text{s}$ 平稳跟踪增益均值明显低于对照组,且随着速度增加差异越显著(见表2)。

表1 试验组和对照组平稳跟踪波形对比[n(%)]

| 组别         | 平稳跟踪波形异常(Ⅲ型+Ⅳ型曲线)                 | 平稳跟踪波形正常(Ⅰ型+Ⅱ型曲线) | 合计 |
|------------|-----------------------------------|-------------------|----|
| 试验组(n=30)  | 27(90.0%)                         | 3(10.0%)          | 30 |
| 对照组(n=30)  | 4(13.3%)                          | 26(86.7%)         | 30 |
| 合计         | 31                                | 29                | 60 |
| n值         | 30                                |                   |    |
| $\chi^2$ 值 | 17.65                             |                   |    |
| P值         | <0.005( $\chi^2_{0.005,1}=7.88$ ) |                   |    |

表2 试验组和对照组平稳跟踪增益均值对比( $\bar{x}\pm s$ )

| 组别            | 向右增益                                |                                     |                                     | 向左增益                                |                                     |                                     |
|---------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|               | 光标移动速度(光标移动频率)                      |                                     |                                     | 光标移动速度(光标移动频率)                      |                                     |                                     |
|               | $10^\circ/\text{s}(0.11\text{ Hz})$ | $20^\circ/\text{s}(0.21\text{ Hz})$ | $40^\circ/\text{s}(0.54\text{ Hz})$ | $10^\circ/\text{s}(0.11\text{ Hz})$ | $20^\circ/\text{s}(0.21\text{ Hz})$ | $40^\circ/\text{s}(0.54\text{ Hz})$ |
| 试验组增益均值(n=30) | 101.2±14.6                          | 95.8±12.2                           | 84.9±18.8                           | 100.2±20.1                          | 93.2±15.5                           | 85.3±17.5                           |
| 对照组增益均值(n=30) | 101.4±8.4                           | 101.1±7.7                           | 98.3±8.8                            | 98.3±6.4                            | 100.8±6.4                           | 98.0±7.3                            |
| t值            | 0.065                               | 2.095                               | 3.537                               | -0.497                              | 2.484                               | 3.681                               |
| P值            | >0.05                               | <0.05                               | <0.01                               | >0.05                               | <0.05                               | <0.001                              |

2.1.3 试验组不同速度(频率)左右平稳跟踪平均增益对比 MSA-C患者不同速度左右平稳跟踪增益均值无差异(见表3)。

表3 试验组不同速度(频率)左右平稳跟踪平均增益对比(n=30)

| 组别     | 光标移动速度(光标移动频率)                      |                                     |                                     |
|--------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|        | $10^\circ/\text{s}(0.11\text{ Hz})$ | $20^\circ/\text{s}(0.21\text{ Hz})$ | $40^\circ/\text{s}(0.54\text{ Hz})$ |
| 向右增益均值 | 101.2±14.6                          | 95.8±12.2                           | 84.9±18.8                           |
| 向左增益均值 | 100.2±20.1                          | 93.2±15.5                           | 85.3±17.5                           |
| t值     | 0.220                               | 0.722                               | -0.085                              |
| P值     | >0.05                               | >0.05                               | >0.05                               |

2.1.4 试验组异常平稳跟踪波形(Ⅲ型+Ⅳ型曲线)比例与增益异常比例的对比 MSA-C患者平稳跟踪波形异常(90.0%)比例明显高于增益异常比例(16.7%)(见表4)。

### 2.2 试验组和对照组视动性眼震参数分析

2.2.1 试验组视动性眼震方向和双侧SPV对称性对比 结果均正常。

2.2.2 试验组和对照组视动性眼震增益均值对比 MSA-C患者不同速度视动性眼震增益均值都明显低于对照组(见表5)。

表 4 试验组异常平稳跟踪波形比例与增益异常比例的对比 [n (%)]

| 组别               | 平稳跟踪波形(Ⅲ型+Ⅳ型曲线)                                 | 平稳跟踪增益    | 合计 |
|------------------|-------------------------------------------------|-----------|----|
| 异常               | 27(90.0%)                                       | 5(16.7%)  | 32 |
| 正常               | 3(10.0%)                                        | 25(83.3%) | 28 |
| 合计               | 30                                              | 30        | 60 |
| n 值              | 30                                              |           |    |
| χ <sup>2</sup> 值 | 16.21                                           |           |    |
| P 值              | <0.005(χ <sup>2</sup> <sub>0.005,1</sub> =7.88) |           |    |

2.3 试验组平稳跟踪增益降低比例与视动性眼震增益降低比例对比

MSA-C 患者视动性眼震增益降低比例明显高于平稳跟踪增益降低比例(见表 6)。

3 讨论

3.1 MSA-C 患者平稳跟踪参数异常的特点

与对照组相比,MSA-C 患者 20°/s 和 40°/s 平稳跟踪增益均值明显降低,且随着速度增加差异越显著;MSA-C 患者向左平稳跟踪增益和向右平稳跟踪增益无差异。MSA-C 患者平稳跟踪异常波形比例明显增高;MSA-C 患者平稳跟踪波形异常比例明显高于增益异常比例。

平稳跟踪属于慢速眼球运动,通过缓慢跟踪一个移动的视靶,使视靶始终稳定在视网膜中央凹上。视跟踪通路为多突触传导,通路较为复杂。平稳跟踪通路分为启动通路和维持通路,视频眼震电图检测的是反射性跟踪维持通路,视网膜感受到靶点运动后,信息传递到中脑顶盖前区副视系统(accessory optic system,AOS),后者经过背外侧脑桥核(dorsolateral pontine nucleus,DLPN)和小脑中脚交叉到对侧,进入绒球旁叶小脑皮质,绒球旁叶再投射到前庭核和舌下前核,最后由前庭神经核发出纤维至对侧眼球运动神经核团,产生眼球跟踪运动<sup>[8-10]</sup>。MSA-C 病变部位首先引起小脑浦肯野细胞和髓鞘发生轻

度脱失,然后脑桥核和下橄榄核神经元脱失,最后小脑蚓部和半球神经细胞脱失。MSA-C 早期可以出现平稳跟踪眼动异常。

我们研究显示 MSA-C 人群平稳跟踪增益普遍低于对照组,且随着速度增加增益降低更为明显,提示 MSA-C 患者跟踪通路受损。MSA-C 患者平稳跟踪异常波形比例明显增高,MSA-C 患者平稳跟踪波形异常比例明显高于增益异常比例,提示平稳跟踪波形异常是早期诊断 MSA-C 的敏感指标。MSA-C 患者向左平稳跟踪增益和向右平稳跟踪增益无差异,提示 MSA-C 脑干和小脑病变的对称性受累。

3.2 MSA-C 患者视动性眼震参数异常的特点

MSA-C 患者视动性眼震方向和双侧 SPV 对称性无异常;与对照组相比,MSA-C 患者 15°/s、20°/s 和 40°/s 视动性眼震增益均值明显降低;50% 的 MSA-C 患者视动性眼震增益低于正常范围。

视动性眼震(optokinetic nystagmus, OKN)是一种生理性眼动反应。当人体在环境中运动时,为了维持清晰视力,产生 OKN。视网膜周边部感受到环境的运动信号,将其传递到顶盖前区 AOS,后经下橄榄核将信号传递到对侧小脑绒球,绒球再投射到前庭神经核,前庭神经核发出纤维投射到眼动神经核,启动 OKN 慢相;随即脑桥旁正中网状结构(pontine paramedian reticular formation,PPRF)和内侧纵束头端间质核(the rostral interstitial nucleus of the medial longitudinal fasciculus, riMLF)产生 OKN 快相。OKN 慢相眼球运动方向与视觉刺激信号移动方向一致,OKN 快相眼球运动与视觉刺激信号移动方向相反<sup>[11-14]</sup>。

本研究显示 MSA-C 患者视动性眼震增益均值明显降低,50% 低于正常范围,视动性眼震的方向和双侧 SPV 对称性无异常,说明 MSA-C 患者视动性眼震通路受损,视动性眼震增益是早期诊断 MSA-C 的重要电生理指标。

表 5 试验组和对照组视动性眼震增益均值对比(̄x±s)

| 组别               | 向右增益      |           |           | 向左增益      |           |           |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                  | 光标移动速度    |           |           | 光标移动速度    |           |           |
|                  | 15°/s     | 20°/s     | 40°/s     | 15°/s     | 20°/s     | 40°/s     |
| MSA-C 增益均值(n=30) | 75.6±11.8 | 71.3±14.3 | 58.9±17.6 | 82.1±14.0 | 74.0±14.8 | 60.3±18.0 |
| 对照组增益均值(n=30)    | 87.2±8.1  | 84.7±9.1  | 75.4±8.1  | 96.0±8.5  | 90.7±8.2  | 78.5±8.1  |
| t 值              | 4.444     | 4.323     | 4.661     | 4.649     | 5.405     | 5.056     |
| P 值              | <0.001    | <0.001    | <0.001    | <0.001    | <0.001    | <0.001    |

表6 试验组平稳跟踪增益降低比例与视动性眼震增益降低比例对比[n(%)]

| 组别 | 平稳跟踪增益    | 视动性眼震增益   | 合计 |
|----|-----------|-----------|----|
| 异常 | 5(16.7%)  | 15(50.0%) | 20 |
| 正常 | 25(83.3%) | 15(50.0%) | 40 |
| 合计 | 30        | 30        | 60 |
| P值 |           | <0.05     |    |

### 3.3 MSA-C患者平稳跟踪增益和视动性眼震增益异常的对比

MSA-C患者平稳跟踪和视动性眼震增益降低比例不同。

平稳跟踪和视动性眼震通路都经过小脑绒球、前庭神经核和眼动神经核,累及小脑绒球和前庭神经核病变,可以导致平稳跟踪和视动性眼震增益同时降低;如果病变不累及平稳跟踪和视动性眼震的共同通路,两者增益变化不同。MSA-C病变部位累及小脑浦肯野细胞、脑桥核、下橄榄核神经元和小脑蚓部及半球,累及部位不同,导致平稳跟踪和视动性眼震受累程度不同。

MSA-C患者视动性眼震增益降低比例明显高于平稳跟踪增益降低比例,说明视动性眼震增益降低比平稳跟踪增益降低能更敏感的体现MSA-C电生理的异常。

## 4 结 论

与对照组相比,MSA-C患者人群平稳跟踪增益均值降低,随着靶点速度增加增益降低越显著。MSA-C患者平稳跟踪波形异常比增益异常更为敏感,可作为早期诊断MSA-C的电生理指标。与对照组相比,MSA-C患者视动性眼震增益均值降低;视动性眼震增益降低比平稳跟踪增益降低更为敏感。

总之,平稳跟踪波形异常和视动性眼震增益降低是早期诊断MSA-C的重要电生理线索。

**伦理学声明:** 本研究设计遵循首都医科大学宣武医院所制订的伦理学流程,研究对象签署知情同意书。

**利益冲突声明:** 所有作者均声明不存在利益冲突。

**作者贡献声明:** 陈芳负责撰写论文;刘静、杨冬菊负责数据收集和整理;户宁宁负责绘制图表、统计

学分析;林华负责文献收集;樊春秋负责指导论文撰写、论文修改并最后定稿。

## [参考文献]

- [1] Poewe W, Stankovic I, Halliday G, et al. Multiple system atrophy [J]. Nat Rev Dis Primers, 2022, 8(1): 56.
- [2] Zhou H, Wei L, Jiang Y, et al. Abnormal ocular movement in the early stage of multiple-system atrophy with predominant Parkinsonism distinct from Parkinson's disease [J]. J Clin Neurol, 2024, 20(1): 37-45.
- [3] 陈芳, 户宁宁, 杨冬菊, 等. 小脑性共济失调患者视频眼震电图特点[J]. 中国医药导报, 2022, 19(8): 69-71, 76.
- [4] Anderson T, Luxon L, Quinn N, et al. Oculomotor function in multiple system atrophy: Clinical and laboratory features in 30 patients [J]. Mov Disord, 2008, 23(7): 977-984.
- [5] Yu Y, Wang J, Si L, et al. Smooth pursuit and reflexive saccade in discriminating multiple-system atrophy with predominant Parkinsonism from Parkinson's disease [J]. J Clin Neurol, 2024, 20(2): 194-200.
- [6] Terao Y, Tokushige SI, Inomata-Terada S, et al. Differentiating early Parkinson's disease and multiple system atrophy with Parkinsonism by saccade velocity profiles [J]. Clin Neurophysiol, 2019, 130(12): 2203-2215.
- [7] 单希征. 临床眼震图学[M]. 北京: 科学出版社, 2004: 45-47.
- [8] 阮雪妮, 林志坚. 帕金森病及相关运动障碍疾病眼球运动障碍的研究进展[J]. 中风与神经疾病杂志, 2024, 41(11): 988-992.
- [9] Leigh RJ, Zee DS. The neurology of eye movements[M]. 4th ed. New York: Oxford University Press, 2006: 202-205.
- [10] 田军茹. 眩晕诊治问与答[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2017: 66-70.
- [11] 赵丽娟, 钱淑霞. 多系统萎缩异常眼球运动的研究进展[J]. 中风与神经疾病杂志, 2025, 42(1): 30-33.
- [12] Magnin M, Kennedy H, Hoffmann KP. A double-labeling investigation of the pretectal visuo-vestibular pathways [J]. Vis Neurosci, 1989, 3(1): 53-58.
- [13] Ilg UJ, Hoffmann KP. Responses of neurons of the nucleus of the optic tract and the dorsal terminal nucleus of the accessory optic tract in the awake monkey [J]. Eur J Neurosci, 1996, 8(1): 92-105.
- [14] Waddington J, Harris CM. Human optokinetic nystagmus and spatial frequency [J]. J Vis, 2015, 15(13): 1-16.

引证本文:陈芳,户宁宁,杨冬菊,等. 多系统萎缩C型患者平稳跟踪和视动性眼震试验的视频眼震电图特点[J]. 中风与神经疾病杂志, 2025, 42(8): 736-740.