

面神经功能损伤电生理评估中国专家共识

中华医学会神经外科学分会神经生理监测学组

通信作者:李世亭,上海交通大学医学院附属新华医院神经外科,上海 200092,

Email:lishiting@xinhuamed.com.cn

DOI: 10.3760/cma.j.cn112050-20211129-00560

一、概述

面神经走行迂曲,成分复杂^[1]。面神经功能损伤在临床上主要表现为受其支配的面部表情肌瘫痪(简称面瘫):额纹变浅或消失、抬眉困难、闭眼露白、眼裂增大、鼻唇沟变浅、鼓腮漏气、嘴角向健侧歪斜、流泪以及流涎等;还可出现味觉减退或听觉过敏的症状。此外,部分患者在恢复期还可出现面部连带运动、面肌萎缩、鳄鱼泪综合征等并发症,严重影响患者的生命质量。面神经功能损伤根据病因可分为特发性、感染性、免疫性、肿瘤性及外伤性等;其中,特发性面神经麻痹最常见,国外发病率为(11.5~53.3)/10万^[2],我国发病率为49.77/10万^[3],而人群中面瘫和面瘫后遗症的治疗率很低,仅15.1%的患者能够通过准确、及时的诊治获得痊愈^[4]。

面神经功能的评估对诊疗方案的选择至关重要^[5-7]。长期以来,临床医生主要通过症状、体征以及各类功能评估量表对面神经功能进行定性或半定量的分级评估和诊断。近来,随着科学技术的发展,各项神经电生理检查技术不断成熟,已成为临床最有价值的面神经功能检查方法。神经电生理检查不仅可以提供更为准确、客观的面神经功能定量评估,还有助于面神经疾病的鉴别诊断、治疗方案的决策以及预后评估^[8]。目前,用于评估面神经功能的神经电生理检查技术包括:神经电图(electroneurography, ENoG)、肌电图(electromyography, EMG)、瞬目反射、面神经F波、神经兴奋性检查(nerve excitability tests, NET)、最大刺激试验(maximal stimulation test, MST)以及经颅磁刺激等。

当前,国内很多单位的神经外科、神经科、耳鼻咽喉头颈外科以及整形外科等学科均已开展面神经电生理学检查,但各单位对于检查项目的操作方法、刺激参数、检查结果的解读及其对临床工作的指导意义等方面的认识存在较大差异,尚缺乏统一的标准;另有部分单位尚未常规开展相关检查。本共识

针对现有的面神经电生理检查技术,从检查方法、注意事项、观察指标、结果判读标准以及临床意义等方面进行详细梳理,并给出推荐意见,以期对面神经功能的神经电生理评估工作提供规范指导。

二、面神经的解剖学、生理学和病理生理学

面神经是以运动神经为主的混合神经,含4种神经纤维成分,(1)特殊内脏运动纤维:起源于脑桥被盖部的面神经核,主要支配面肌、镫骨肌、茎突舌骨肌、二腹肌后腹和颈阔肌的运动。(2)一般内脏运动纤维:起源于脑桥的上泌涎核,属于副交感神经节前纤维,换元后的节后纤维支配泪腺、颌下腺、舌下腺及鼻、颌黏膜腺体的分泌。(3)特殊内脏感觉纤维:其胞体位于颞骨岩部内面神经管弯曲处的膝状神经节,中枢突终止于孤束核,周围突分布于舌前2/3黏膜的味蕾。(4)一般躯体感觉纤维:传导外耳道及耳后皮肤的躯体感觉和表情肌的本体感觉。

面神经颅内段自脑干接近脑桥延髓沟外侧端发出,由较粗的运动根和较细的混合根(中间神经)组成,两根进入内耳道后合成一干。颞骨内段的面神经穿内耳道底进入面神经管,先水平走行,后垂直下行,由茎乳孔出颅。该段面神经依次发出3个分支,即岩浅大神经、镫骨肌神经和鼓索。出茎乳孔后,颞骨外段的面神经向前穿过腮腺到达面部,主干在腮腺内分为上、下两干,两者又分为5支:颞支、颧支、颊支、下颌缘支和颈支,各分支间的纤维互相吻合,最后分布于面部表情肌。

运动单位是肌肉收缩的最小单位,一个完整的运动单位包括运动神经元胞体、轴突、运动终板及其支配的肌纤维4个部分。其中任意一个或多个部位病变都可能导致面神经损伤,出现功能异常。根据病变部位,面神经麻痹可分为中枢性和周围性。中枢性面瘫又称核上瘫,病变多位于一侧中央前回下部或皮质脑干束,通常由脑血管病、颅内肿瘤、颅脑外伤、炎性反应等引起;周围性面瘫又称核下瘫,病

变在面神经核及核下周围神经,常见病因有感染性病变、中耳炎、自身免疫反应、肿瘤以及创伤等^[4],临床上周围性面瘫更为常见。

Seddon^[9]将周围神经损伤分为 3 种类型:神经失用、轴突断伤以及神经断伤。神经失用是最轻微的神经损伤,只有髓鞘的暂时损伤,而轴突结构没有改变,通常预后良好,绝大部分数天至数周即可恢复^[10]。轴突断伤是指轴突被破坏,但周围神经的髓鞘、内膜、束膜和外膜等结构仍可能部分或全部保持完整。神经断伤是最严重的神经损伤形式,即轴突、髓鞘和结缔组织均受到严重损伤,手术修复对于增强神经支配和功能恢复至关重要^[11]。

三、设备技术与安全规范

目前,多种固定式或便携式的神经电生理诊断仪都可以进行面神经功能的神经电生理评估。进行神经电生理检查时,刺激电极通常使用双极表面刺激器或表面电极,记录和接地电极使用表面电极。每项检查应使用相同类型的电极,以方便比较同一患者和不同患者之间的检查结果。

推荐意见:(1)临床所使用的设备应符合医用设备安全标准的相关要求,选择的相关配件也应当遵守中国医疗器械安全性评价标准和管理法规。(2)面神经电生理检查设备应当能够进行 ENoG、瞬目反射以及至少 2 通道的 EMG 检测。(3)设备的主要技术指标有:纵向显示的灵敏度为每格 0.01 μV 至 20 mV,横向显示的灵敏度为每格 0.5 ~ 1 000 ms。输入阻抗 > 100 M Ω ,采样率 > 5 000 Hz。经皮电刺激器最大刺激强度为 100 mA/400 V,脉宽为 50 ~ 1 000 μs 。

四、ENoG

ENoG 是经皮刺激面神经干,记录并分析健、患两侧面肌收缩时诱发的复合肌肉动作电位(compound muscle action potential, CMAP),即 M 波^[12],通过了解患侧面神经纤维变性的数量来判断神经功能损伤的程度。

1. 检查方法:(1)电极位置:刺激电极采用双极刺激器,置于耳垂后下方的茎乳孔处。记录电极采用表面电极,分别置于额肌、眼轮匝肌、口轮匝肌,参考电极置于对侧相同部位。接地电极置于同侧手臂部。(2)刺激参数:采用超强刺激(获得引起最大肌肉动作电位的电刺激强度后,在此基础上再增加 20% ~ 30%)。刺激波宽为 0.1 ~ 0.2 ms,滤波为 30 ~ 3 000 Hz。

2. 注意事项:(1)M 波前若存在 1 个小正相波,

提示刺激电极位置可能不准确,应调整位置。(2)检查前需将面部皮肤清洁干净,否则会出现过大的刺激伪迹。(3)两侧刺激电极与记录电极之间的距离均须相等。

3. 观察指标:测量 CMAP 的潜伏期(即刺激开始至 CMAP 起始点之间的时间差)和波幅(即基线与负向波波峰之间的距离)。先测量健侧,再测量患侧,将患侧与健侧的结果进行对比,并计算 ENoG 值。ENoG (%) = $1 - (\text{患侧波幅} / \text{健侧波幅}) \times 100\%$ 。

4. 判定标准:健侧与患侧 M 波的运动潜伏期差值 > 0.5 ms, M 波的波幅差 > 50%, M 波缺失或运动潜伏期 > 3.8 ms,存在上述其中 1 项即可判定为 ENoG 异常^[3]。

5. 临床意义:ENoG 潜伏期为 CMAP 在面神经远端的传导时间,反映了运动神经的传导情况^[6],传导速度严重减慢通常提示髓鞘病变。波幅可反映神经纤维的数量和同步兴奋的程度,但波幅降低只能判读神经纤维变性的数量,无法区分是由于轴突断伤或是神经断伤所致^[8]。

ENoG 在周围性面瘫的早期诊断中异常率较低,若面神经的颞骨段受到损伤(如贝尔麻痹、外伤性面瘫),则华勒变性约 72 h 后累及茎乳孔远端的颞骨外段,14 d 后神经变性完全^[13-15]。因此,ENoG 应于发病 3 ~ 14 d 内进行。面瘫发病 10 ~ 14 d 内,ENoG 波幅下降 > 90% 是 12 个月后发生联带运动的预测因素之一,这类患者更容易发生联带运动^[16-17]。面瘫恢复期,临床功能的恢复早于 ENoG 复合电位的改善;患侧面肌可见面肌活动时,ENoG 复合电位的波幅可能仍表现为下降 100%,这种滞后的现象可持续 10 个月以上。因此,对于发病 4 周以上的患者,ENoG 仅可作为面神经曾受损伤的参考,其恢复情况需结合 EMG 检查结果,不能单独以 ENoG 作为预后和治疗的依据^[4]。

ENoG 技术上只能测定面神经颅外段的传导情况,不能发现颞骨内的神经传导阻滞,应与瞬目反射和 EMG 结合进一步判断面神经的损伤部位^[18]。

6. 推荐意见:ENoG 是最重要的面神经电生理检查方法之一。ENoG 于起病后 3 ~ 14 d 内最有价值,可每隔 3 ~ 5 d 复测。由贝尔麻痹或创伤导致的急性完全性面瘫,若 14 d 内 ENoG 波幅下降 $\geq 90\%$ 且 EMG 活动消失,可能从减压术等外科手术中获益^[19]。

五、EMG

面神经运动单位由面神经运动神经元及其支配的所有肌纤维组成,是肌肉随意收缩时的最小功能

单位。一个运动神经元单次发放的冲动可以引起其轴突所支配的所有肌纤维同步收缩,所记录到的电位即运动单位电位(motor unit potential, MUP)。

EMG 是一种记录肌肉安静和随意收缩状态下神经-肌肉电活动的检查,是检查周围神经系统功能状态的主要手段。根据测量方式可将其分为针极肌电图(needle electromyography, nEMG)和表面电极肌电图(surface electromyography, sEMG)。nEMG 通过插入肌肉的针电极记录面肌的电活动;而 sEMG 则通过置于皮肤表面的电极进行记录。sEMG 记录表面电极区域中 MUP 的总和。

(一)nEMG

1. 检查方法:采用同芯针电极或单极针电极,依次插入额肌、颞肌、眼轮匝肌、口轮匝肌、降口角肌记录(图 1)。

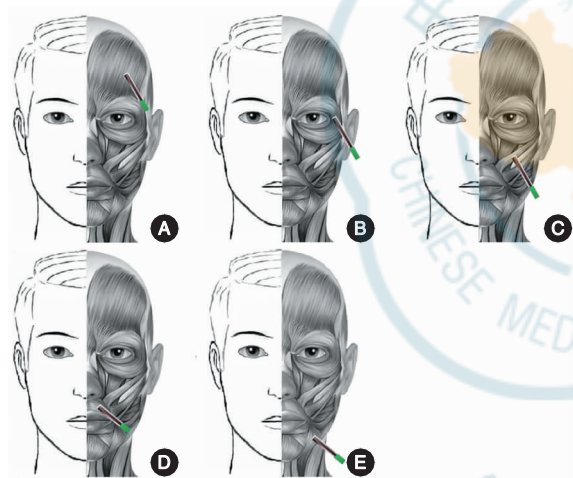


图 1 采用针极肌电图检查面神经功能的进针位置示意图
A.额肌;B.颞肌;C.眼轮匝肌;D.口轮匝肌;E.降口角肌

2. 注意事项:(1)面神经支配的面部肌肉体积小、厚度薄,不可垂直进针。(2)禁忌证:有出血倾向、血友病、血小板计数 $< 20 \times 10^9/L$ 或近期使用抗凝药物。(3)存在乙型肝炎、艾滋病等血液传播性疾病的患者应使用一次性针电极。(4)nENG 检查后 24 h 内可出现血清肌酸激酶水平增高,48 h 可恢复正常。

3. 观察指标:对面肌进行 nEMG 检查,观察以下指标,(1)插入电位:在没有外部刺激的条件下,观察记录针电极插入肌肉时所引起的电位变化。(2)自发电位:观察肌肉在完全放松时是否有异常的自发电活动。(3)MUP:观察轻微收缩时 MUP 的形态、时程、波幅、位相发放频率,以及大力收缩时 MUP 的募集类型。(4)联带运动。

4. 判定标准:(1)插入电位:正常的插入电位评估等级如下,①无活动。②正常活动:持续时间 < 300 ms。③插入电位延长:持续时间 > 300 ms。(2)自发电位:病理性自发电位包括纤颤电位、正锐波、复杂重复放电、肌强直电位等。根据出现的频率分为 6 级,① 0:无纤颤电位、正锐波等其他自发电位,即为正常。② $\pm$:单个出现,持续时间 < 1 s,发放频率慢,且仅 1 块肌肉某个部位出现。③ +:至少在 1 块肌肉的 2 个不同点检查到持续超过 2~3 s 以上的自发电位。④ ++:至少在 1 块肌肉的 3 个或更多点检测到中等量的自发电位发放。⑤ +++:检查肌肉各点均可见大量自发电位发放。⑥ ++++:检查肌肉各点均可见广泛、密集是自发电位发放。(3)MUP:主要分析 4 个重要参数,①位相:正常 MUP 为双相或三相,正相峰朝下,负相峰朝上。若多于四相,则为多相电位。②时程:一般持续约 5~7 ms;时限 > 15 ms 为时程延长, < 3 ms 为时限缩短。③波幅:一般为 $100 \mu V$ 至 3 mV;若波幅 > 5 mV,称为巨大电位。④MUP 募集和发放类型:大力收缩时,正常 MUP 主动募集相为干扰相,异常募集电位包括单纯相和病理干扰相(即峰-峰值 < 2 mV)(图 2)。(4)联带运动:若在远离主动运动部位的面肌上记录到 MUP,则为阳性。如嘱患者闭眼,在口轮匝肌上记录到 MUP;或嘱患者露齿,在额肌或眼轮匝肌同步记录到 MUP。

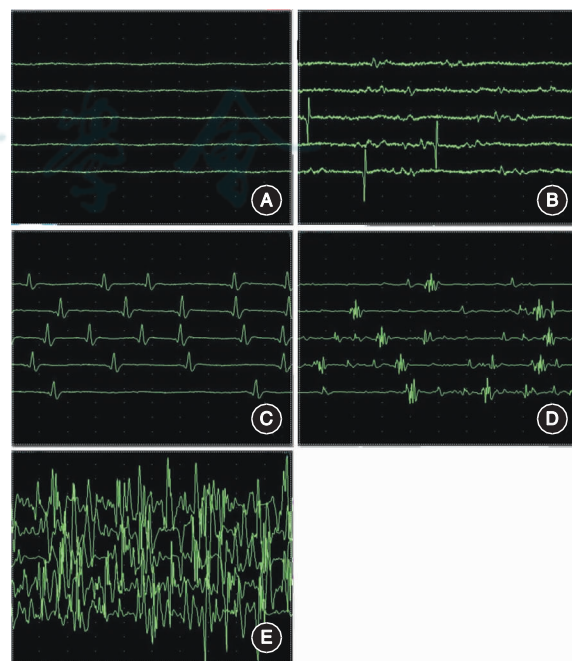


图 2 采用 0.45 mm×38.00 mm 同心针电极在额肌记录的不同募集相表现 A.无活动;B.病理性自发电位(纤颤电位);C.单纯相;D.多相电位;E.正常募集相

5. 临床意义:在正常面肌中,将针电极插入肌肉时导致肌纤维去极化而产生的短暂电活动,即为插入电位。面神经损伤早期,由于肌膜周围的电位不稳定,会导致插入电位延长。相反,当肌肉萎缩或肌肉纤维化导致肌纤维数量明显减少时,插入电位减少。

正常面肌放松时不出现病理性的自发电活动。病理性自发电位多见于失神经支配或肌源性损伤,是面神经变性的标志,一般约在失神经支配 2 周后出现。因此,若在面神经麻痹早期行 nEMG,14 d 后应复查。纤颤电位是最常见的病理性自发电位,其特征为低波幅、短时程,由单个肌肉纤维产生^[19]。肌肉失神经支配的时间越长,纤颤电位的幅度越低。病理性自发电位预示神经功能可能预后不良。若神经再生,病理性自发电位于神经损伤后 3~4 周减少并消失。若面神经损伤持续存在(如恶性肿瘤浸润),病理性自发电位亦持续存在,直至神经完全被破坏。此外,不同部位面肌的 nEMG 检查价值也不同。通常认为,颞肌的纤颤电位引出率最高,额肌其次,眼轮匝肌最低,但若眼轮匝肌未引出纤颤电位则提示预后较好^[20]。通过 MUP 的形态、时程、波幅、位相、募集以及发放类型等特征,可以判断面神经病变的性质和病程。时程反映了一个运动单位里不同肌纤维同步化兴奋的程度。波幅的大小与针尖附近少数肌纤维的直径和同步放电有关,受针电极位置的影响,变异较大。位相反映的是同一个运动单位内肌纤维放电的同步性。正常情况下,当肌肉最大收缩时大量 MUP 相互重叠、无法区分,称为干扰相,是正常募集现象。面神经损伤可导致正常运动单位数量减少,在大力收缩时可见单个 MUP,即募集减少或单纯相。面神经轴突受损的数目与 EMG 募集减少直接相关。肌源性损伤时,参与的 MUP 数量增多,但时程短、波幅低,互相重叠,称为病理干扰相。

面神经损伤 2 周内的 EMG 特征与面神经受损程度以及变性的速度相关,该阶段的 EMG 表现多样,缺乏规律^[4]。因此,EMG 在面神经损伤 2~3 周后最有价值。nEMG 无法直接鉴别轴突断伤和神经断伤,但若 EMG 检测到随意 MUP,则证明面神经未完全断裂^[8]。nEMG 检测到神经恢复可先于临床体征的改变。神经再生早期,EMG 可见小波幅、长时程的多相再生电位,表明神经再支配,最早可于面神经损伤后 4~6 周出现。随着神经恢复,自主运动的募集相也会不断增加^[20]。陈旧性面神经损伤出现神经再支配时,会形成宽时限、高波幅的 MUAP,即

巨大电位。低波幅和短时限电位往往见于肌源性疾病^[21]。

面神经麻痹恢复期发生神经再支配,异常的面神经兴奋引起肌肉收缩可出现联带运动。面瘫后遗症与面肌痉挛均可表现为联带运动阳性。如果记录到联带运动,则表明面神经可能存在错位再支配。面瘫后遗症的联带运动主要在面肌自主收缩后出现,而面肌痉挛的联带运动通常伴随或继面部不自主痉挛后出现^[22]。

6. 推荐意见:nEMG 是评估面神经功能的有效方法,其异常与病程相关,可直接反映神经的损伤程度,在面神经损伤 2~3 周后最有价值(表 1)^[23]。nEMG 能够早于临床发现面肌的神经再支配,有助于评估预后。临床上的面神经损伤很复杂,针对每个具体病例,应结合病史、ENoG 和其他检查结果进行全面分析。

表 1 面神经轴索损伤的不同时期肌电图表现

神经电生理表现	0~2 周	>2~3 周	4 周至数月	数月至上数年
自发电位	无	有	有或无	无
运动单位电位	正常	正常	正常或	正常或
形态			多相电位	巨大电位
募集相	减少	减少	减少	减少或正常
联带运动	无	无	无	有或无

(二)sEMG

sEMG 的原理是将表面电极放置在相应面肌的皮肤表面,记录肌肉活动时的动作电位,常被用于面神经所支配肌肉功能的评价。

1. 检查方法:将表面电极放置在相应面肌的皮肤表面,记录肌肉活动时的动作电位。正负极须与面肌纤维平行,两电极中心的距离约 20 mm。记录过程中,受试者根据提示尽力完成抬眉毛、闭眼、露齿、吹口哨等动作,同时检测双侧面肌在放松状态和最大自主收缩状态下的表面肌电信号。每个标准动作均显示一个典型的 sEMG 活动图,然后脱机进行评估^[8]。

2. 观察指标:包括中位频率、平均功率频率、肌电能量功率谱的均方根值以及平均振幅等^[24]。

3. 判定标准:上述观察指标的双侧差异 $\leq 20\%$ 时,肌肉处于正常生理状态^[8, 25]。

4. 临床意义:sEMG 无创、无痛,记录电极数量和同时检测的面肌数量不受限制。因此,sEMG 可描述整个面肌的活动并详细分析面肌间的协调性。

肌电能量功率谱的均方根值与运动单位募集的数量和肌纤维放电的同步化有关,因此常被用来测量肌肉活动的时间以及估计肌力的大小。其缺陷在于 sEMG 的空间选择性不如 nEMG,描述 MUP 形态的能力有限,无法准确反映具体运动单位活动^[17]。

5. 推荐意见: sEMG 是一种无创的神经电生理诊断方法,能够较为客观地反映神经、肌肉的功能状态。多通道 sEMG 可用于分析表情模仿时肌肉活动的详细信息,分析慢性面神经疾病或面神经麻痹后的代偿运动^[8, 25]。sEMG 主要运用于康复领域的肌肉功能评价和疲劳判定等,对于急性面神经疾病的诊断和预后评估价值有限^[4]。

六、瞬目反射

瞬目反射是通过刺激眶上神经,在双侧眼轮匝肌记录到的一种三叉神经-面神经反射。瞬目反射是由三叉神经(传入)、脑干(中继)、面神经(传出)共同组成的反射环路,面神经中枢段或周围段近、远端损伤均会表现为异常。

1. 检查方法: (1) 电极位置: 刺激电极置于一侧眶上切迹(眶上神经),记录电极采用表面电极放置于双侧眼轮匝肌下方中点处,同时进行记录,参考电极置于眼外眦,接地电极置于上肢。(2) 刺激参数: 刺激波宽为 0.1 ms,刺激频率为 1 Hz,由 0.1 mA 开始逐渐增加刺激强度,一般为 10~20 mA,依次刺激左、右两侧的眶上神经。灵敏度为 500 μ V/格,扫描速度为 5 ms/格,滤波为 20~1 000 Hz。

2. 注意事项: (1) 嘱受试者放松、轻闭目。(2) 检查前用乙醇擦拭眼周皮肤,以减小刺激伪迹、使波形基线稳定。(3) 三叉神经眶上支在眶上切迹处位置表浅,需避免刺激量过大。

3. 观察指标: 刺激每一侧眶上神经,均可在同侧的眼轮匝肌记录到两个性质不同的反射成分,即早反射(R1)和晚反射(R2),同时在对侧眼轮匝肌上记录到晚反射(R2')。R1 的潜伏期通常为 10~12 ms,较恒定且重复性好;R2 或 R2' 的潜伏期一般为 30~41 ms,通常为多相波,且波形多变。分别记录双侧 R1、R2 及 R2' 波的出现频率、出波情况及最短潜伏期。

4. 正常参考值: 同侧 R1 的潜伏期为 (10.0 ± 0.6) ms, R2 的潜伏期为 (29.3 ± 1.7) ms,对侧 R2' 的潜伏期为 (29.2 ± 1.8) ms^[26]。通常, R1 的潜伏期 < 11.8 ms, R2 的潜伏期 < 34.4 ms,对侧 R2' 的潜伏期 < 34.6 ms; 两侧 R1 潜伏期的差值 < 1.2 ms, 两侧 R2 潜伏期的差值 < 5 ms^[3, 27-28]。

5. 临床意义: R1 被认为是一种少突触反射,其反射途径为三叉神经第 1 支-同侧三叉神经感觉主核-同侧面神经核-同侧面神经-产生 R1。其环路完全在脑桥范围内,故潜伏期的变动较小,从而对面神经损伤比较敏感。R2 及 R2' 是一种多突触反射,其环路位于脑桥和延髓。具体反射途径尚不明确,可能为: 三叉神经第 1 支-三叉神经脊束核-网状结构外侧部分-同侧面神经核-同侧面神经-产生 R2,或三叉神经脊束核部分纤维交叉-网状结构外侧部分-对侧面神经核-对侧面神经-产生 R2'。由于 R2 或 R2' 受中间神经元和突触之间延迟等多种因素的影响,潜伏期的差异较大^[27]。

当一侧面神经损伤,无论刺激患侧或健侧,患侧 R1、R2 和 R2' 均表现为潜伏期延长或消失。当一侧三叉神经损伤时,刺激健侧时瞬目反射正常,而刺激患侧时, R1、R2 和 R2' 均潜伏期延长、波幅降低或消失。脑桥局限性损伤时,表现为 R1 的潜伏期延长, R2 和 R2' 可一侧延长或正常。广泛性脑桥和延髓损伤时,双侧 R1、R2 和 R2' 均潜伏期延长或消失。因此,瞬目反射可以了解面神经全程的状态,且 R1 比 R2 更为直接、可靠^[29]。

将瞬目反射与 ENoG 相结合,观察 R1 与 M 波潜伏期的比值,可以鉴别面神经近端或远端的损伤。R1 的潜伏期是刺激经三叉神经传入脑干突触后再由面神经传出的全程时间, M 波的潜伏期为面神经颞骨外段的传导时间,因此 R1 与 M 波潜伏期的比值增大提示面神经近端损伤,反之提示面神经远端损伤^[3]。

6. 推荐意见: 在三叉神经和脑干功能正常的情况下,瞬目反射可以了解面神经全程的功能。面神经损伤时,瞬目反射表现为传出型异常。面瘫后 7~10 d 内,若瞬目反射可诱发 R1,通常提示预后良好;面瘫 3 周内,瞬目反射的 R1 和 R2 缺如通常提示预后不良^[30]。将瞬目反射与 ENoG 相结合, R1 潜伏期与 M 波潜伏期的比值变化可鉴别面神经近端或远端损伤^[3]。

七、F 波

F 波是神经冲动逆行至运动神经核团后,使其一小部分运动神经元兴奋,并再次沿着运动神经纤维顺行下传而在肌肉中记录到的一种电位变化^[31]。由于神经冲动两次经过神经近段,因此 F 波不受华勒变性由近至远发展的影响,可于面瘫早期检测出近段神经变性^[32]。

1. 检查方法: 将刺激电极置于面神经颞骨外段

主干或分支,记录电极可置于额肌、眼轮匝肌或颞肌。刺激波宽为 0.1 ms,刺激频率为 1 Hz,连续刺激 16 次,滤波为 100 ~ 3 000 Hz。

2. 观察指标:首先诱发 M 波,M 波之后出现的波幅 > 40 μ V 的偏折波,判定为 F 波^[31]。可分别测量并分析 F 波的出现率、最小潜伏期、平均潜伏期、平均时程、平均波幅、M 波的潜伏期和波幅,并计算 F-M 波潜伏间期以及 F 波与 M 波的波幅比(F/M)。

3. 临床意义:F 波的测定对判断整个运动神经的传导功能和周围神经病的性质,动态观察神经功能的恢复情况,特别是对神经近端功能测定有着重要的临床价值^[31]。面神经损伤后,可出现 F 波出现率下降、F/M 波幅比下降、F 波的潜伏期和 F-M 波的潜伏间期延长等现象,可为面神经近端功能的评估提供客观依据^[4, 31]。

由于面神经走行短且分支变异较大,F 波常被 M 波的后部掩盖,难以明确区分,因此,F 波在面肌的检测难于四肢。另外,面神经的 F 波是一组小而多变的波形成分,难以建立统一的标准,限制了面神经 F 波的获取及临床应用。文献报道,通过刺激下颌缘支远端并结合针电极颞肌记录,可获取更清晰、可靠的 F 波,提高 F 波的检出率^[4]。目前,F 波的方法学及判定标准尚未统一,最优的刺激记录方法及其正常值仍有待进一步研究。

4. 推荐意见:面神经 F 波的测定对判断整个面神经的运动传导功能,特别是对神经近端功能的测定有着重要的临床价值。但由于面神经走行短且分支变异较大,有时难以诱发或识别,因此其方法学及判定标准尚未统一,建议有条件的单位可以选择性开展评估和研究。

八、NET 和 MST

1. NET:NET 检测的是能够引起面肌收缩的最小刺激电流强度,通过健侧和患侧阈值的差别来判断面瘫的预后^[33]。(1)检查方法及观察指标:用表面刺激器刺激面神经干或其分支,刺激波宽为 0.1 ~ 1.0 ms,刺激频率为 1 Hz,刺激强度由 0 mA 逐渐增大,直至面部可见肌肉收缩。该刺激强度即为兴奋阈值。(2)判定标准:比较双侧阈值,通常健侧与患侧的差值 > 3.5 mA 时预后较差。NET 易于操作,但两侧的差值 < 3.5 mA 时可能为假阴性^[33]。

2. MST:MST 是应用最大电流刺激面神经,使面神经完全兴奋、面肌最大程度地收缩,通过比较健侧与患侧的收缩程度判断神经损伤程度。(1)检查方法和观察指标:通过表面刺激器分别刺激面神经总

干或其分支。逐渐增加刺激强度并观察对应肌肉的收缩,以确定最敏感的部位,然后增加电流至患者感到不适,即为最大刺激。检查者站在患者头侧,同时观察并比较健、患两侧面肌运动的幅度大小,判断患侧面肌运动减少的程度。一般观察额肌、眼轮匝肌及口轮匝肌。(2)判定标准:Adour 等^[34]将结果分为与健侧相同(4 分)、轻度减弱(3 分)、中度减弱(2 分)、重度减弱(1 分)和无反应(0 分)5 个等级,后两者预后差。

3. 临床意义:NET 用于比较双侧面神经纤维的反应阈值,MST 用于比较双侧面神经完全兴奋后的肌肉收缩能力。NET 和 MST 由于所需设备简单、易于操作,是早期临床常用的神经电生理诊断方法。但两者均无法全面地分析面神经的功能状态,且测试结果可能存在很大差异,该方法已逐渐被 ENoG 取代。

4. 推荐意见:NET 和 MST 均为主观检查,建议仅在基层单位选择性开展,不建议将其作为判断面瘫预后的主要检查方法^[7-8]。

九、经颅磁刺激

面神经经颅磁刺激是采用单脉冲瞬间变化的高强磁场刺激面神经传导通路^[35],通过表面电极记录面肌反应的一种检查方法。

1. 检查方法:记录电极和接地电极的放置方式与 ENoG 相同。刺激顶枕区域或颞骨可以诱发同侧面肌反应,也可穿过颅骨刺激运动皮质引起对侧面肌反应。先检查健侧面肌,再检查患侧。将高强磁场刺激线圈置于头颅顶枕部,找到最佳刺激部位,逐渐增加刺激强度,当 CMAP 波幅不再增加时,应用超强刺激刺激面神经以获得最终的 CMAP。刺激强度采用经颅磁刺激机器显示的最大磁场输出量的占比表示。通常,约 30% ~ 40% 的最大输出量即可获得面肌反应^[3, 8]。

2. 注意事项:癫痫、心脏起搏器植入术后、脑内或体内有金属或铁磁性植入物的患者,以及孕妇不可使用经颅磁刺激。

3. 临床意义:经颅磁刺激可以通过运动皮质刺激面神经,有助于鉴别中枢性与周围性面神经运动通路病变^[35-36],并可运用于周围性面瘫的康复治疗^[37]。经颅磁刺激可以在病变部位附近进行刺激,所以不须华勒变性达茎乳孔的刺激部位,理论上可以在受伤后立即提供面神经功能的相关信息^[38]。

4. 推荐意见:经颅磁刺激可穿过颅骨刺激面神经近端神经纤维,评估面神经近端至远端的运动传

导功能^[39],并可运用于周围性面瘫的治疗^[35]。与 ENoG 等方法相比,经颅磁刺激目前尚缺乏大样本临床研究,暂不建议将经颅磁刺激用作常规的面神经电生理检查,有条件的单位可以选择性地开展相关评估及研究。

十、经皮面神经定位 (transcutaneous facial nerve mapping, FNM)

由于直接刺激面神经已广泛应用于术中面神经功能监测,面部 FNM 仍较少使用。1998 年, Park^[40]通过经皮电刺激提出 FNM 的概念。对于面部血管畸形、面神经颅外段肿瘤或面部疤痕的患者, FNM 有助于面神经及其分支的定位^[10, 18, 39]。

1. 检查方法:术前通过经皮刺激面神经及其分支进行定位,观察面肌的收缩情况。通常使用单极刺激,波宽为 0.25 ms,由 0.1 mA 开始逐渐增加刺激量。当肌肉收缩时,停止增加刺激量,将刺激电极向远端移动并重复上述刺激过程,诱发面肌运动的每个刺激点都在皮肤上进行标记。

2. 临床意义:理想情况下,术前可以通过 FNM 在皮肤上标记出面神经及其分支。可应用于复杂手术患者,以便准确定位面神经及周围支,通常用于研究,不作为临床常规检查。

3. 推荐意见:FNM 可以用于面神经相关的复杂手术,以更准确地定位面神经颞骨外段及其分支,有条件的单位可以选择性开展。

十一、总结
从事面神经相关的神经外科、神经科、耳鼻喉

科-头颈外科、整形外科等医生应掌握面神经功能电生理评估的基本知识,根据面神经损伤部位和发病时间选择适合的检查项目(表 2)。

面神经损伤急性期(损伤时间 < 14 d):一般建议行 ENoG 和瞬目反射检查,可每隔 3 ~ 5 d 复测 ENoG,并结合瞬目反射、nEMG 综合判断面神经的损伤部位、程度及预后^[18]。若患侧 ENoG 波幅下降 < 90%,或在损伤后 7 ~ 10 d 能够诱发瞬目反射的 R1 成分,建议继续药物保守治疗。贝尔麻痹或创伤导致的急性面瘫,若 14 d 内 ENoG 波幅下降 ≥ 90% 且 nEMG 活动消失,通常提示预后差,建议行面神经减压术治疗^[19]。若为肿瘤切除或手术操作引起的面神经断伤,应即刻或尽早完成神经对接、移植或替代术,进行面神经功能重建^[41]。

面神经损伤恢复期(损伤后 14 d 至 3 个月),建议行 nEMG、瞬目反射和 ENoG 检查。其中 nEMG 最有价值,可直接反映神经的损伤程度^[23]。nEMG 检查中若记录到纤颤电位和正锐波,是判断神经变性的客观依据^[25]。在早期神经再生期间(损伤后 4 ~ 6 周),nEMG 若出现小波幅、长时程的多相再生电位,表明神经再支配。nEMG 募集减少程度与轴突受损的数目直接相关,若募集相不断增加提示神经逐渐恢复^[20]。若联带运动阳性,则表明面神经可能存在错位再支配。对于发病 4 周以上的患者, ENoG 异常只可作为面神经既往损伤的参考,其恢复情况需参考 nEMG 检查,不可单独以 ENoG 作为预后判断和治疗方案选择的依据^[10]。面瘫后 3 周内的瞬

表 2 面神经功能损伤电生理检查的时机及结果解读

项目	推荐的检查时机	结果	解读
神经电图	损伤后 3 d 至 2 周	潜伏期延长	髓鞘损伤
		波幅下降 < 90%	预后好
		波幅下降 ≥ 90%	预后差,出现联带运动可能性大
肌电图	损伤后 > 2 周	纤颤电位或正锐电位	部分变性
		可检测到运动单位电位	运动轴突未完全断裂
		多相电位(高波幅、长时程)	神经再支配
		巨大电位	慢性期,神经再支配
瞬目反射	损伤后即刻	潜伏期延长	面神经不完全损伤
		R1 与 M 波潜伏期的比值增大	面神经近端损伤
		R1 与 M 波潜伏期的比值缩小	面神经远端损伤
		损伤后 7 ~ 10 d 能够诱发 R1	预后良好
		R1 和 R2 缺如	可能预后不良

注:R1 为同侧眼轮匝肌记录到的早反射,R2 为同侧眼轮匝肌记录到的晚反射,M 波为复合肌肉动作电位

目反射 R1 和 R2 缺如提示可能预后不良^[30]。

面神经损伤后遗症期(损伤时间 > 3 个月),建议行 EMG、瞬目反射和 ENoG 检查,综合评估面神经各分支损伤的程度和范围,并进行个体化治疗。病程 > 2 年的中、重度面瘫患者,应重点评估肌肉的萎缩程度和残存活力:若存在插入电位或 nEMG 能够检测到随意 MUP,可以选择神经移植类手术;若插入电位消失且 EMG 无法诱发 MUP,则只能选择肌肉移植类或混合型功能重建类手术^[41]。若出现痉挛性面瘫后遗症且 EMG 检查联带运动阳性,应尽早进行面神经松解术缓解痉挛性症状,再结合其他适合的方案进行功能重建^[41]。

ENoG 和 nEMG 是急性周围性面神经麻痹最有效的神经电生理检查方法。急性期多次复查 ENoG 可提高结果的可靠性,并有助于评估预后。nEMG 是评估面神经功能、检测神经再生的重要神经电生理学诊断工具。瞬目反射可用于评估面神经病变部位近端情况,定位中枢段或周围段损伤。ENoG 结合 EMG、瞬目反射联合检测对面神经损伤的早期诊断、定位诊断及判断预后具有重要价值,建议各单位广泛开展。面神经 F 波、经颅磁刺激尚无统一的检查方法和标准参考值。FNM 可于复杂手术前辅助定位面神经分支,有条件的单位可进一步开展相关研究。NET 和 MST 均是主观检查,建议仅在基层单位选择性开展。

声明:本专家共识基于现有的文献和专家意见,有助于临床决策,但不能替代具体情况下的个体化治疗,更不能作为法律依据。

顾问 周定标(解放军总医院第一医学中心)、汪业汉(中国科学技术大学附属第一医院)、许百男(解放军总医院第一医学中心)

共同执笔 李世亨(上海交通大学医学院附属新华医院)、王新军(郑州大学第五附属医院)、乔慧(北京市神经外科研究所)、应婷婷(上海交通大学医学院附属新华医院)、张建国(首都医科大学附属北京天坛医院)

指南编委会成员(按姓氏汉语拼音排序) 陈亮(复旦大学附属华山医院)、陈劲草(武汉大学中南医院)、出良钊(贵州医科大学附属医院)、樊星(北京市神经外科研究所)、范莉莉(浙江省台州医院)、冯森森(郑州市中心医院)、付旭东(郑州大学第五附属医院)、宫达森(天津医科大学总医院)、高国栋(空军军医大学唐都医院)、郭丽斯(河北医科大学第二医院)、关文明(吉林大学第二医院)、

胡杰(复旦大学附属华山医院)、郝玉军(新疆医科大学第一附属医院)、姜晓峰(中国科学技术大学附属第一医院)、惠玉琴(上海蓝十字脑科医院)、江澄川(复旦大学附属华山医院)、蒋伟超(厦门大学附属第一医院)、刘德中(周口市中心医院)、刘如恩(北京大学人民医院)、梁日生(福建医科大学附属协和医院)、李六一(河南省人民医院)、李世亨(上海交通大学医学院附属新华医院)、马久红(山西省人民医院)、莫链杰(浙江大学医学院附属邵逸夫医院)、孟庆海(青岛大学附属医院)、牛朝诗(中国科学技术大学附属第一医院)、乔慧(北京市神经外科研究所)、屈建强(西安交通大学第二附属医院)、宋红梅(吉林大学第一医院)、宋正飞(浙江大学医学院附属邵逸夫医院)、田达(浙江省丽水市人民医院)、田道锋(武汉大学人民医院)、唐寅达(上海交通大学医学院附属新华医院)、陶英群(解放军北部战区总医院)、王峰(宁夏医科大学总医院)、王新军(郑州大学第五附属医院)、王占祥(厦门大学附属第一医院)、汪学溢(安徽医科大学第一附属医院)、熊南翔(武汉大学中南医院)、应婷婷(上海交通大学医学院附属新华医院)、袁越(中日友好医院)、袁苏涛(福建省立医院)、余化霖(昆明医科大学附属第一医院)、余建军(宁波医科大学附属医院)、俞文华(杭州市第一人民医院)、于绍斌(河北医科大学第三医院)、于炎冰(中日友好医院)、杨瑞金(江西赣州市人民医院)、赵华(上海交通大学医学院附属新华医院)、朱晋(上海交通大学医学院附属新华医院)、曾杰(新疆生产建设兵团医院)、张勇(广东省第二人民医院)、张建国(首都医科大学附属北京天坛医院)、张建民(浙江大学医学院附属第二医院)、张新定(兰州大学第二医院)、钟兴明(湖州市第一人民医院)、钟文翔(上海交通大学医学院附属新华医院)

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

- [1] 高志强. 面神经功能评估方法的发展[J]. 中华耳科学杂志, 2019, 17(4): 446-451. DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-2922. 2019. 04. 001.
- [2] Baugh RF, Basura GJ, Ishii LE, et al. Clinical practice guideline: Bell's palsy[J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 2013, 149(3 Suppl): S1-27. DOI: 10. 1177/0194599813505967.
- [3] 汤晓芙, 崔丽英, 张晓君, 等. 脊髓和周围神经病//汤晓芙. 神经病学(第2卷): 神经系统临床电生理学(下)(肌电图学及其他)[M]. 北京: 人民军医出版社, 2002: 104.
- [4] 张勤修. 面神经疾病的诊断和功能评价//迟放鲁. 面神经疾病[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2007: 186.
- [5] 丁晓宁, 张鹏, 陈阳美. 周围性面瘫的病因和治疗[J]. 临床

- 神经病学杂志, 2019, 32(4): 316-319. DOI: 10.3969/j.issn.1004-1648.2019.04.021.
- [6] 汪照炎. 面瘫修复的研究进展[J]. 中国耳鼻咽喉颅底外科杂志, 2020, 26(1): 18-23. DOI: 10.11798/j.issn.1007-1520.202001005.
- [7] 赵杨, 冯国栋, 高志强. 贝尔面瘫诊断及非手术治疗进展[J]. 中华耳科学杂志, 2014, (3): 346-350. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2922.2014.03.001.
- [8] Guntinas-Lichius O, Volk GF, Olsen KD, et al. Facial nerve electrodiagnostics for patients with facial palsy: a clinical practice guideline[J]. Eur Arch Otorhinolaryngol, 2020, 277(7): 1855-1874. DOI: 10.1007/s00405-020-05949-1.
- [9] Seddon HJ. A classification of nerve injuries[J]. Br Med J, 1942, 2(4260): 237-239. DOI: 10.1136/bmj.2.4260.237.
- [10] Raslan A, Guntinas-Lichius O, Volk GF. Altered facial muscle innervation pattern in patients with postparetic facial synkinesis[J]. Laryngoscope, 2020, 130(5): E320-E326. DOI: 10.1002/lary.28149.
- [11] Kamble N, Shukla D, Bhat D. Peripheral nerve injuries: electrophysiology for the neurosurgeon[J]. Neurol India, 2019, 67(6): 1419-1422. DOI: 10.4103/0028-3886.273626.
- [12] Fisch U. Maximal nerve excitability testing vs electroneurography[J]. Arch Otolaryngol, 1980, 106(6): 352-357. DOI: 10.1001/archotol.1980.00790300040008.
- [13] Lee DH. Clinical efficacy of electroneurography in acute facial paralysis[J]. J Audiol Otol, 2016, 20(1): 8-12. DOI: 10.7874/jao.2016.20.1.8.
- [14] Volk GF, Klingner C, Finkensieper M, et al. Prognostication of recovery time after acute peripheral facial palsy: a prospective cohort study[J]. BMJ Open, 2013, 3(6): e003007. DOI: 10.1136/bmjopen-2013-003007.
- [15] Remenschneider AK, Michalak S, Kozin ED, et al. Is serial electroneuronography indicated following temporal bone trauma? [J]. Otol Neurotol, 2017, 38(4): 572-576. DOI: 10.1097/MAO.0000000000001337.
- [16] Azuma T, Nakamura K, Takahashi M, et al. Electroneurography in the acute stage of facial palsy as a predictive factor for the development of facial synkinesis sequela [J]. Auris Nasus Larynx, 2018, 45(4): 728-731. DOI: 10.1016/j.anl.2017.09.016.
- [17] Nakano H, Haginomori SI, Wada SI, et al. Electroneurography value as an indicator of high risk for the development of moderate-to-severe synkinesis after Bell's palsy and Ramsay Hunt syndrome [J]. Acta Otolaryngol, 2019, 139(9): 823-827. DOI: 10.1080/00016489.2019.1633474.
- [18] Arslan HH, Satar B, Yildizoglu U, et al. Validity of late-term electroneurography in Bell's palsy[J]. Otol Neurotol, 2014, 35(4): 656-661. DOI: 10.1097/MAO.0000000000000233.
- [19] Andresen NS, Sun DQ, Hansen MR. Facial nerve decompression [J]. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg, 2018, 26(5): 280-285. DOI: 10.1097/MO0.0000000000000478.
- [20] Kokotis P, Piperos P, Zambelis T, et al. Denervation pattern of three mimic muscles in Bell's palsy [J]. Neurophysiol Clin, 2006, 36(4): 255-259. DOI: 10.1016/j.neucli.2006.09.002.
- [21] Owusu JA, Stewart CM, Boahene K. Facial nerve paralysis[J]. Med Clin North Am, 2018, 102(6): 1135-1143. DOI: 10.1016/j.mcna.2018.06.011.
- [22] Eekhof JL, Aramideh M, Speelman JD, et al. Blink reflexes and lateral spreading in patients with synkinesis after Bell's palsy and in hemifacial spasm[J]. Eur Neurol, 2000, 43(3): 141-146. DOI: 10.1159/00008153.
- [23] Scholle HC, Schumann NP, Volk GF. Electrophysiology // Guntinas-Lichius O, Schaitkin BM. Facial Nerve Disorders and Diseases: Diagnosis and Management [M]. Stuttgart: Thieme, 2016: 77-81.
- [24] 李建华. 表面肌电信号的分析与处理 // 李建华, 王健. 表面肌电图诊断技术临床应用 [M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2015: 72-80.
- [25] Stålberg E, van Dijk H, Falck B, et al. Standards for quantification of EMG and neurography[J]. Clin Neurophysiol, 2019, 130(9): 1688-1729. DOI: 10.1016/j.clinph.2019.05.008.
- [26] 曾庆杏, 李承晏. 其它电诊断检测 // 卢祖能. 实用肌电图学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2000: 339-340.
- [27] Kennelly KD. Clinical neurophysiology of cranial nerve disorders [J]. Handb Clin Neurol, 2019, 161: 327-342. DOI: 10.1016/B978-0-444-64142-7.00058-8.
- [28] 崔丽英. 电生理诊断的基础 // 崔丽英. 简明肌电图学手册 [M]. 北京: 科学出版社, 2006: 161-163.
- [29] 党静霞. 常见神经传导检查 // 党静霞. 肌电图诊断与临床应用 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 116.
- [30] Ozgur A, Semai B, Hidir UU, et al. Which electrophysiological measure is appropriate in predicting prognosis of facial paralysis? [J]. Clin Neurol Neurosurg, 2010, 112(10): 844-848. DOI: 10.1016/j.clineuro.2010.07.001.
- [31] 陶晓蓉, 李萍, 万虹, 等. 利用 F 波评价舌下-面神经吻合术治疗面瘫的疗效 [J]. 中华医学杂志, 2015, 95(21): 1648-1650. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2015.21.007.
- [32] 刘洋, 柴奇, 李萍, 等. 面神经 F 波对听神经瘤后面瘫的预测价值 [J]. 中华神经外科杂志, 2019, 35(8): 829-832. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-2346.2019.08.015.
- [33] Laumans EP, Jongkees LB. On the prognosis of peripheral facial paralysis of endotemporal origin [J]. Ann Otol Rhinol Laryngol, 1963, 72: 621-636. DOI: 10.1177/000348946307200303.
- [34] Adour KK, Ruboyanes JM, Von Doersten PG, et al. Bell's palsy treatment with acyclovir and prednisone compared with prednisone alone: a double-blind, randomized, controlled trial [J]. Ann Otol Rhinol Laryngol, 1996, 105(5): 371-378. DOI: 10.1177/000348949610500508.
- [35] Happe S, Buntin S. Electrical and transcranial magnetic stimulation of the facial nerve: diagnostic relevance in acute isolated facial nerve palsy [J]. Eur Neurol, 2012, 68(5): 304-309. DOI: 10.1159/000341624.
- [36] Säisänen L, Julkunen P, Kempainen S, et al. Locating and outlining the cortical motor representation areas of facial muscles with navigated transcranial magnetic stimulation [J]. Neurosurgery, 2015, 77(3): 394-405; discussion 405. DOI: 10.1227/NEU.0000000000000798.
- [37] 林杰, 吴卓华, 徐光青, 等. 重复经颅磁刺激联合电针治疗周围性面瘫的疗效观察 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2015, 37(4): 298-299. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2015.04.016.
- [38] Har-El G, McPhee JR. Transcranial magnetic stimulation in acute facial nerve injury [J]. Laryngoscope, 2000, 110(7): 1105-1111. DOI: 10.1097/00005537-200007000-00007.
- [39] Bly RA, Holdefer RN, Slimp J, et al. Preoperative facial nerve mapping to plan and guide pediatric facial vascular anomaly resection [J]. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg, 2018, 144(5): 418-426. DOI: 10.1001/jamaoto.2018.0054.
- [40] Park JI. Preoperative percutaneous facial nerve mapping [J]. Plast Reconstr Surg, 1998, 101(2): 269-277. DOI: 10.1097/00006534-199802000-00002.
- [41] 中华医学会神经外科学分会功能神经外科学组, 中国医师协会神经外科医师分会功能神经外科学组. 听神经瘤围手术期面瘫防治中国专家共识 [J]. 中华神经外科杂志, 2021, 37(5): 433-438. DOI: 10.3760/cma.j.cn12050-20200723-00414.

(收稿: 2021-11-29 修回: 2022-04-16)

(本文编辑: 刘岩红 李鑫)