

DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202001005

· 专家论坛 ·

面瘫修复的研究进展

汪照炎

(上海交通大学医学院附属第九人民医院耳鼻咽喉头颈外科 上海交通大学医学院耳科学研究所 上海市耳鼻疾病转化医学重点实验室,上海 200092)



专家简介 汪照炎,医学博士,主任医师,博士生导师,上海交大医学院附属第九人民医院耳鼻咽喉头颈外科主任医师,上海卫计委优秀学科带头人,首届国之名医青年新锐。目前担任中华医学会耳鼻咽喉头颈外科分会委员、副秘书长,上海医学会耳鼻咽喉头颈外科分会委员、耳科组副组长,中国医促会人工听觉分会常委,中国医促会颅底外科分会委员。主持国家自然科学基金项目4项,发表SCI论文30余篇。获得国家科技进步奖二等奖、上海市科技进步奖一等奖、教育部科技进步奖一等奖等奖项。主编及副主编的专著包括《听神经瘤》《颞骨及侧颅底解剖训练手册》《耳内镜手术学》等。

摘要: 面神经损伤导致的面瘫严重影响患者外观和面部功能。个体化修复方案的制订需结合患者病情和意愿。目前面瘫修复方法较多,且随着修复技术的发展,取得了更好的修复效果。本文回顾近年关于面神经端端吻合术、神经移植桥接术、神经转位术及双重神经修复、局部肌瓣肌腱转位术以及带神经血管游离肌瓣移植术等方面的进展,并进行分析总结。

关键词: 面神经;面瘫;修复;咬肌神经;舌下神经;肌瓣肌腱转位;神经血管游离肌瓣移植
中图分类号: R764.9

Advances in facial reanimation

WANG Zhao-yan

(Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, Shanghai Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine; Ear Institute, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine; Shanghai Key Laboratory of Translational Medicine on Ear and Nose Diseases, Shanghai 200092, China)

Abstract: Facial nerve injury often results in facial paralysis, which seriously influences patient's appearance and facial function. The condition and will of patient should be taken into account when determining the plan of facial reanimation. With the development of reanimation technique, there are kinds of methods of facial reanimation, which achieve better results. This paper reviews the progress of methods including direct end-to-end anastomosis of facial nerve, nerve transplantation, nerve transfer, dual nerve transfer, regional muscle tendon transfer and neurovascular muscle transplantation.

Keywords: Facial nerve; Facial paralysis; Reanimation; Masseteric nerve; Hypoglossal nerve; Muscle tendon transfer; Neurovascular muscle transplantation

面瘫是指先天性或后天性因素导致面神经损害所引起的受其支配的面部表情肌瘫痪。由于面部表情肌参与了眨眼、呼吸、咀嚼及发音等动作的完成,也在人际非言语交流中扮演重要角色。因此,面瘫

患者可表现为患侧面部表情肌乏力或无力,严重者患侧额纹消失,眼裂增宽,鼻唇沟消失,口角偏斜,以及相关面部功能障碍,包括眼睑闭合不全,继发角膜炎;鼻阈狭窄影响鼻腔通气;口轮匝肌瘫痪影响发音、咀嚼和吞咽功能。此外还对患者心理健康和社交生活带来灾难性的影响。根据病变部位,可将面

瘫分为中枢性面瘫和周围性面瘫。前者由面神经核以上的神经通路受损所致,主要原因包括脑血管病、脑肿瘤、颅脑手术损伤等。后者病变位于面神经核和(或)面神经,病因包括病毒感染、创伤、炎症、肿瘤等。面瘫治疗需从明确病因入手,及时准确的诊断并采取最佳的治疗方案对面瘫恢复至关重要。正确的面瘫治疗往往需要多学科协作完成,可能涉及病变切除、神经减压、面瘫修复手术、化学药物注射、神经肌肉训练等多个方面^[1]。一般而言,面瘫时间越长,预后效果越差。

面瘫修复治疗旨在改善患者静态面容及面部肌肉活动,恢复面部功能。常见修复方式包括面神经直接吻合术、神经移植桥接术、神经转位术、跨面神经移植术及游离肌肉植入术等,但具体修复方案的制订应实现个体化,需要综合患者面瘫原因、受损范围、发病时间、严重程度、全身情况、预期目标及电生理检查结果等多个因素进行评估。经评估,早期面瘫(病程小于2年)患者,若面部肌肉运动终板正常,通过神经吻合、移植桥接或转位等方式,再生神经可重新长入并支配瘫痪面肌;晚期面瘫(病程超过2年)患者,运动终板功能若已丧失,肌肉瘫痪不可逆,需借助移植肌肉替代瘫痪面肌,以改善面部运动^[2]。

目前面瘫修复方法较多,本文主要回顾近年关于面神经端-端吻合术、神经移植桥接术、神经转位术及局部肌瓣肌腱转位术以及带神经血管游离肌瓣移植术等方面的进展,并进行论述。

1 早期面瘫修复

1.1 面神经端端吻合术

对周围性面瘫患者实施面神经探查时,如发现面神经受损部位完全或大部分断裂,可将其中枢端和外周端直接无张力对合。该术式多用于面神经相关肿瘤切除后、医源性损伤、严重颞骨骨折以及开放性创伤等情况的神经修复。

为了达到良好的修复效果,面神经断端必须无张力对位吻合。面神经损伤后的修复过程复杂,目前普遍认为有效再生轴索的数量决定了受损面神经的最终恢复水平,而吻合口一旦存在张力,会减少断端血供,导致施旺细胞分泌相应生物活性物质不足,对轴索生长的支持作用减弱^[3]。而且吻合口张力的存在还会引起断端瘢痕形成。另外,需要利用显微外科吻合技术进行断端神经外膜对位缝合,避免

断端错位、扭转,并尽可能减少缝合对神经束膜的损伤。但有动物实验研究显示,使用纤维蛋白胶或显微缝合技术,在神经修复效果上没有统计学差异,而且使用显微蛋白胶可缩短手术时长^[4]。通过修整面神经断端平面,使其与神经纵轴呈45°角,可扩大吻合口接触面,提高神经再生能力^[5]。吻合后再生轴索可向远端生长,生长速度约为1 mm/d,并最终到达神经肌肉接头。

与自体神经移植桥接术相比,面神经端-端吻合修复效果更佳。Spector等^[6]对56例行自体神经移植桥接术和34例面神经端-端吻合术患者进行回顾性研究,发现后者术后面部自主活动和面神经再支配效果更好,且减轻面肌联动。对于术中损伤导致面神经连续性中断,应首选尽早行断端无张力吻合,也可利用纤维蛋白胶进行断端吻合,其效果与显微缝合相当。一旦吻合口存在张力,则容易造成血供不足和瘢痕形成,应考虑神经移植桥接术修复面神经^[7]。

1.2 神经移植桥接术

当面神经受损中枢端和外周端存在,但间距较大,无法直接吻合时,可用一段取自患者其他部位的感觉或运动神经来恢复面神经的连续性。研究表明,与感觉神经相比,以运动神经作为移植供体,可达到更好的修复效果,但往往导致供区肌肉瘫痪,因此临床应用受限^[7]。常用的感觉神经供体主要有腓肠神经、耳大神经和前臂内、外侧皮神经等。可用于移植的腓肠神经长度可达40 cm^[8],但耳大神经可供移植的长度一般不超过10 cm^[9]。

移植神经为轴索生长提供了一定的环境条件,但由于再生纤维到达面神经远端前,需跨越两个神经吻合口,因此修复时间较长。移植神经的长度也会影响修复时间。若移植神经较长,在长时间未与中枢端相连的情况下,位于面神经远端的施旺细胞分泌相应生物活性物质的能力可能丧失,导致其对神经生长的支持作用减弱^[10],并且患侧面肌神经肌接头持续减少^[11],进入患侧面肌并发挥有效支配作用的神经轴索数量进一步下降,因而面肌功能的恢复效果欠佳^[12]。

1.3 神经转位术

当面神经中枢端无法用于神经修复,且外周端面神经和运动终板功能存在时,可将面神经外周断端与周围其他运动神经(直接或经移植神经)吻合,转由后者来支配面部肌肉,以改善面部张力和肌肉活动。其中,舌下神经和咬肌神经是目前常用的

“动力源”神经^[13]。

1.3.1 舌下神经-面神经吻合术 舌下神经-面神经吻合术自1903年首次报道以来,被广泛应用于面瘫修复,并经多次改良,取得较好的修复效果。由于其位置常位于手术区域内,适用于累及小脑脑桥角、颞骨、颈静脉孔区等部位病变切除术后,的面瘫修复。有研究认为舌下神经和面神经的皮层运动区与周围分布区在解剖上接近,直径相仿,可获得理想的面肌张力平衡和静态对称,因而适于作为神经供源。

经改良,舌下神经-面神经吻合术对神经供区的功能影响较小。经典的舌下神经-面神经吻合术需要完全切断舌下神经,因而导致同侧舌肌萎缩,对咀嚼、发音及吞咽功能影响较大^[14]。为了避免完全牺牲舌下神经导致的并发症,May等^[15]改进了这一术式,于1991报道了舌下神经-面神经桥接端侧吻合术,即将舌下神经与移植桥接神经进行端-侧吻合,利用部分舌下神经纤维通过移植神经支配面神经外周端,同时有效地保留了舌下神经功能。

1997年有学者^[16-17]分别报道了舌下神经-面神经移位直接端侧吻合术,即通过磨除颞骨骨质,将颞骨内段面神经自茎乳孔至锥曲段游离出,使之向下移位与舌下神经端侧吻合。若将面神经于茎乳孔处切断,则外周端面神经长度尚不足以与舌下神经进行无张力端侧吻合。颞骨内乳突段面神经长度约为15~20 mm,通过磨除其周围骨质使其游离,足以与舌下神经进行无张力端侧吻合,无需神经移植桥接,减少神经吻合口。近年多篇报道显示^[14,18-20],该术式可在获得满意的面部功能修复效果同时,保留舌下神经功能。其中,Kochhar等^[14]报道了20例舌下神经-面神经移位直接端-侧吻合术的修复疗效,术后平均7.3个月恢复面部肌肉张力,可明显改善患者面部静态和动态对称性,且均未出现舌肌萎缩、发音或吞咽功能障碍。José等^[20]报道了16例患者的术后疗效,有4例(25%)术后两年恢复至H-B II级,11例(68.7%)恢复至H-B III级,且均未见明显舌下神经功能障碍。

该术式也存在一些不足。例如,需耳神经外科医师参与行乳突切除,增加手术时长;在游离颞骨内段面神经时,往往难以避免对其造成一定程度损伤;可能加重存在呼吸或吞咽功能障碍患者的相应症状^[21]。

Mariano等^[19]通过回顾性分析,比较了舌下神经-面神经直接端侧吻合术、舌下神经-面神经桥接端侧吻合术和咬肌神经-面神经吻合术对面部活

动的修复效果。综合利用H-B分级法和自制的评分量表对患者进行评估后,发现舌下神经-面神经桥接端侧吻合术的面部功能修复效果最差,并认为可能与存在两个神经吻合口有关,其余两种术式效果相当。另外,除眼部联动外,接受舌下神经-面神经直接端侧吻合术的患者各项术后评分均稍高于行咬肌神经-面神经吻合术的患者,但差异无统计学意义。

1.3.2 咬肌神经-面神经吻合术 咬肌神经-面神经吻合术由Spira于1978年首次报道^[13],后被越来越多地应用于使患者重现对称的微笑。适用于该术式患者至少应满足以下3项:中枢端面神经无法用于神经修复;外周端面神经正常;面部肌肉有正常的运动神经终板功能^[22]。

该术式被广泛接受主要有以下几方面原因:①咬肌神经位置相对恒定。咬肌神经来源于三叉神经第3支下颌神经,位于由颞弓下缘、颞下颌关节前缘和面神经颊支构成的三角内^[23]。另一种比较简单的定位咬肌神经的方法是,在耳屏前4 cm,颞弓下方1 cm,深面1.5 cm寻找咬肌神经^[24];②与面神经解剖位置毗邻。适于直接无张吻合,无需神经移植桥接,避免神经轴索数量在通过吻合口处的衰减,缩短肌肉再神经化所需的时间^[13];③咬肌神经支配的再神经化面部肌肉可取得满意的收缩效果^[13,25]。一般认为800~1 000个神经轴索才足以重建面部运动功能^[26]。解剖学研究显示新鲜离断的咬肌神经降支可提供 $(1\ 542.67 \pm 291.7)$ 根的神经轴索数量^[27],可提供足够的神经冲动以达到与健侧相对称的面肌收缩幅度。相比之下,跨面神经移植远端轴索数量仅为100~200根^[26];④术后面部功能恢复快。Albarthi等^[28]比较了小脑脑桥角肿瘤术后面瘫患者,舌下神经-面神经吻合术后面部功能恢复时间平均为10.8个月,而咬肌神经-面神经吻合术后面部功能恢复时间平均为5.6个月。Wang等^[29]通过咬肌神经面神经吻合术治疗听神经瘤术后面瘫患者,运动功能一般在术后3~4个月时即开始恢复。Kim^[7]的研究也显示咬肌神经-面神经吻合可更快恢复面部功能,同时也发现患者面部静态张力的维持逊于舌下神经-面神经吻合的修复效果,可能与舌肌处于持续活动状态的时间比咬肌更长有关;⑤术后对咀嚼功能影响小。闭口咬合动作是由咬肌、颞肌和翼内肌共同参与完成。咬肌神经-面神经吻合术后,通过颞肌和翼内肌代偿,患者一般不会出现明显咬合障碍。

不同程度的咬肌萎缩和面肌联动是咬肌神经-

面神经吻合术的常见并发症。咬肌神经降支作为营养支配浅层咬肌的主要运动神经,它的离断会造成浅层咬肌的萎缩。而且在显露咬肌神经的过程中损伤主干发出的细小分支,可使中层和深层的咬肌出现萎缩,造成一定的面部畸形。因此,术中应注意对颧弓下区域咬肌神经主干发出的细小分支的保护。另外,患者可能出现咀嚼时的口角收缩,闭眼时的口角轻微收缩,以及“微笑”时的眼睑轻微闭合。咬牙“笑”时引起的眼睑闭合联动略显明显。通过指导患者咬牙“笑”的同时进行轻微的“眯”眼,使得双侧眼睑形态对称。亦可通过将咬肌神经选择性地与面神经分支(颊支或颧支)吻合,来减少眼部联动的发生,使微笑更趋自然^[22,30]。

1.4 双重神经修复

舌下神经-面神经转位术可有效恢复患者面部静态肌肉张力,但对改善患者微笑时的口角运动作用有限^[7]。相反,咬肌神经-面神经转位术可帮助患者呈现自然对称的微笑,而对患者面部静态张力的维持效果欠佳^[31]。理论上,同期行舌下神经-面神经吻合和咬肌神经-面神经吻合恰可使两种术式的优势互补。但目前有关该术式疗效的文献报道较少,其面瘫修复效果待进一步研究证实。

2 晚期面瘫修复

与早期面瘫不同,晚期面瘫患者由于面肌长期失神经支配,发生肌萎缩、肌纤维化,面神经运动终板消失,最终发展为不可逆性面瘫。此时,可考虑行晚期面瘫修复,旨在恢复面部对称和运动,最大程度改善患者面部功能和外观。晚期面瘫的修复手术主要分为两类,非动力性手术和动力性手术。

2.1 非动力性手术

非动力性手术主要用于改善患者面部静态对称性。虽然实现动态修复往往是面瘫修复的首选,但对于部分患有严重合并症、不能耐受长时间手术患者,可能更适合于接受静态修复。另外,非动力性手术能提供长期形态支持,可成为动力性手术的辅助和补充。

非动力性手术主要通过经皮缝线牵引、筋膜悬吊、颧肌移植或植入生物工程装置等方式,来实现眉上提(单纯颧支损伤可单独应用)、鼻阈扩大、鼻唇沟重建等效果。经皮缝线法用于重建鼻唇沟,往往效果维持时间较短,术后易松弛失效。而筋膜悬吊的静态修复效果更稳定持久。但对于接受过头面部

放射治疗的患者,由于存在皮肤萎缩和硬化,可能出现术后愈合和修复效果不佳。另外,有报道利用选择性切断健侧面神经颈支,来改善患侧先天性下唇部瘫痪所致的面下部1/3对称性^[32]。亦可利用自体脂肪移植,来填补肌肉萎缩造成的面部凹陷^[33]。

2.2 动力性手术

由于晚期面瘫患者的面部瘫痪肌肉出现不可逆萎缩或纤维化,无法恢复原有功能,因此临床上多采用以患者其他部位肌肉,通过局部肌瓣肌腱转位或游离神经血管肌瓣移植,取代原有面肌,进行面部动力性修复。理想的修复效果应是,除了维持面部静态对称,还能实现与健侧表情同步协调。

2.2.1 局部肌瓣肌腱转位术 局部肌瓣肌腱转位术具有手术时间较短,可一期完成,术后效果恢复快,无需移植神经等特点^[34]。通过悬吊改善静态面部对称性,术后效果直观,同时具有一定动力修复作用。可选的转位供体肌包括颧肌和咬肌,但后者移植难度较大,修复效果逊于颧肌转位,因此临床上不作为首选供体肌。

经典的颧肌瓣转位术将颧肌从颧窝附着点剥离,翻转跨过颧弓,固定至口轮匝肌。术后疗效明确,但伴有颧弓因肌肉跨越而显臃肿、颧部凹陷等问题。后经数次改良,现主要为颧肌肌腱转位术所代替,即通过将颧肌肌腱从下颌骨冠状突剥离,并以肌腱延长而固定至口轮匝肌。由于术后可能出现缝合点滑动或松弛等张力衰减情况,因此通常将转位的颧肌肌腱以一定张力固定于口轮匝肌^[35]。但这也可能造成过度拉伸而导致影响肌肉收缩效果。Boahene^[36]认为转位后的颧肌肌腱收缩特性遵循经典的Blix曲线所显示的肌肉长度-张力关系,通过术中电刺激可确定最理想的肌腱拉伸长度。后Boahene等^[37]借助术中电刺激的方式,来确定能达到最佳收缩效果的颧肌肌腱长度-张力状态,术后患侧平均口角偏移量达15.5 mm(8~23 mm)。由于颧肌受三叉神经支配,因此,行颧肌肌瓣肌腱转位术后,患者通过咬牙使患侧口角运动。术后需接受持续的康复训练,以协调控制患侧面部,使之与健侧基本协调。Movérare等^[38]研究显示面瘫会造成口腔及吞咽功能下降。对此,Croisé等^[39]利用颧肌肌腱转位术重建口周对称性,同时恢复相应吞咽功能。

2.2.2 带神经血管蒂的游离肌瓣移植术 带神经血管蒂肌瓣移植术可用于晚期面瘫的面部动力重建治疗,术后出现较为对称和自然的表情运动,被认为是一种理想的面部动力修复方式。自1976年Harri

等^[40]首次报道使用带神经血管蒂的股薄肌游离肌瓣治疗晚期面瘫患者后,该术式被广泛应用,并持续发展^[41-42]。

股薄肌作为游离肌移植的常用供体肌,可分两期移植,也可一期移植。当一期游离腓肠神经跨面移植9~12个月后,刺激移植神经远端有痛觉,二期行吻合血管神经肌肉移植。该术式分两期进行,时间间隔长。健侧面神经冲动经移植神经传递至患侧,可产生同步协调的表情。也可利用咬肌神经作为供体神经,与移植的带神经血管蒂股薄肌瓣吻合,手术一期完成。咬肌神经可提供更强的持续运动,口角对称性更好的,而且通过生物反馈训练,有可能获得自发对称的微笑,重建面部动态功能效果更佳^[43-44]。

跨面神经吻合移植肌神经可获得良好的双侧面部协调运动,但肌力较差;若由咬肌神经支配移植肌,术后移植肌肌力恢复较好,但双侧面部协同性稍逊。因此,有研究尝试利用两种供体神经共同支配游离的股薄肌瓣,以期结合两者的优势,获得更好的修复效果。Sforza等^[45]对13例晚期面瘫患者一期行双神经支配游离股薄肌瓣,9例患者(69.23%)获得自发对称微笑。

3 结语

本文阐述了近年数种常用的面瘫修复方式的研究进展。制订个体化的面瘫修复方案,应该明确每一种术式的适用条件和优缺点,并结合患者的病情和意愿。部分术式修复效果尚待进一步研究证实。

参考文献:

- [1] Jowett Nate. A General Approach to Facial Palsy[J]. *Otolaryngol. Clin. North Am*, 2018, 51: 1019-1031.
- [2] Boahene Kofi. Reanimating the paralyzed face[J]. *F1000Prime Rep*, 2013, 5(1): 49.
- [3] Yi Chuanjun, Dahlin Lars B. Impaired nerve regeneration and Schwann cell activation after repair with tension[J]. *Neuroreport*, 2010, 21: 958-962.
- [4] Knox Christopher J, Hohman Marc H, Kleiss Ingrid J et al. Facial nerve repair: fibrin adhesive coaptation versus epineurial suture repair in a rodent model[J]. *Laryngoscope*, 2013, 123: 1618-1621.
- [5] Yamamoto E, Fisch U. Experiments on facial nerve suturing[J]. *ORL J. Otorhinolaryngol. Relat. Spec*, 1974, 36(4):193-204.
- [6] Spector JG, Lee P, Peterin J, et al. Facial nerve regeneration through autologous nerve grafts; a clinical and experimental study[J]. *Laryngoscope*, 1991, 101(5): 537-554.
- [7] Kim J. Neural reanimation advances and new technologies[J]. *Facial Plast Surg Clin North Am*, 2016, 24(1): 71-84.
- [8] Sahoaler A, Yeh D, Yoo J. Primary facial reanimation in head and neck cancer[J]. *Oral Oncol*, 2017, 74: 171-180.
- [9] Manni JJ, Beurskens CH, van de Velde C, et al. Reanimation of the paralyzed face by indirect hypoglossal-facial nerve anastomosis[J]. *Am J Surg*, 2001, 182(3): 268-273.
- [10] Sulaiman OA, Gordon T. Role of chronic Schwann cell denervation in poor functional recovery after nerve injuries and experimental strategies to combat it[J]. *Neurosurgery*, 2009, 65(Suppl 4): A105-114.
- [11] Scheib Jami, Höke Ahmet, Advances in peripheral nerve regeneration[J]. *Nat Rev Neurol*, 2013, 9(12): 668-676.
- [12] Galli SK, Valauri F, Komisar A. Facial reanimation by cross-facial nerve grafting: report of five cases[J]. *Ear Nose Throat J*, 2002, 81(1): 25-29.
- [13] Murphey AW, Clinkscales WB, Oyer SL. Masseteric nerve transfer for facial nerve paralysis: a systematic review and meta-analysis[J]. *JAMA Facial Plast Surg*, 2018, 20(2): 104-110.
- [14] Kochhar A, Albathi M, Sharon JD, et al. Transposition of the intratemporal facial to hypoglossal nerve for reanimation of the paralyzed face: the VII to XII transposition technique[J]. *JAMA Facial Plast Surg*, 2016, 18(5): 370-378.
- [15] May M, Sobol SM, Mester SJ. Hypoglossal-facial nerve interpositional-jump graft for facial reanimation without tongue atrophy[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 1991, 104(6): 818-825.
- [16] Atlas MD, Lowinger DS. A new technique for hypoglossal-facial nerve repair[J]. *Laryngoscope*, 1997, 107(7): 984-991.
- [17] Sawamura Y, Abe H. Hypoglossal-facial nerve side-to-end anastomosis for preservation of hypoglossal function: results of delayed treatment with a new technique[J]. *J. Neurosurg.*, 1997, 86(2): 203-206.
- [18] Samii Madjid, Alimohamadi Maysam, Khouzani Reza Karimi, et al. Comparison of direct side-to-end and end-to-end hypoglossal-facial anastomosis for facial nerve repair[J]. *World Neurosurg*, 2015, 84(2): 368-375.
- [19] Mariano Socolovsky, Roberto S Martins, Gilda di Masi, et al. Treatment of complete facial palsy in adults: comparative study between direct hemihypoglossal-facial neurotaphy, hemihypoglossal-facial neurotaphy with grafts, and masseter to facial nerve transfer[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2016, 158(5): 945-957.
- [20] José M González-Darder, Pau Capilla-Guasch, Félix Escartfn Pastor, et al. Side-to-end hypoglossal-facial neurotaphy for treatment of complete and irreversible facial paralysis after vestibular schwannoma removal by means of a retrosigmoid approach: a clinical and anatomic study[J]. *World Neurosurg*, 2020. [online ahead of print]Jan2.
- [21] Pepper JP. Dual Nerve Transfer for Facial Reanimation[J]. *JAMA Facial Plast Surg*, 2019, 21(3): 260-261.

- [22] Klebuc MJ. Facial reanimation using the masseter-to-facial nerve transfer[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2011, 127(5): 1909–1915.
- [23] Collar RM, Byrne PJ, Boahene Kofi D O. The subzygomatic triangle: rapid, minimally invasive identification of the masseteric nerve for facial reanimation[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2013, 132(1): 183–188.
- [24] Hontanilla Bernardo, Qiu Shan Shan. Transposition of the hemimasseteric muscle for dynamic rehabilitation of facial paralysis[J]. *J Craniofac Surg*, 2012, 23(1): 203–205.
- [25] Hontanilla Bernardo, Cabello Alvaro. Spontaneity of smile after facial paralysis rehabilitation when using a non-facial donor nerve[J]. *J Craniomaxillofac Surg*, 2016, 44(9): 1305–1309.
- [26] Frey M, Happak W, Girsch W et al. Histomorphometric studies in patients with facial palsy treated by functional muscle transplantation: new aspects for the surgical concept[J]. *Ann Plast Surg*, 1991, 26(4): 370–379.
- [27] Coombs CJ, Ek EW, Wu T, et al. Masseteric-facial nerve coaptation-an alternative technique for facial nerve reinnervation[J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2009, 62(12): 1580–1588.
- [28] Albathi Monirah, Oyer Sam, Ishii LE, et al. Early Nerve grafting for facial paralysis after cerebellopontine angle tumor resection with preserved facial nerve continuity[J]. *JAMA Facial Plast Surg*, 2016, 18(1): 54–60.
- [29] Wang W, Yang C, Li Q, et al. Masseter-to-facial nerve transfer; a highly effective technique for facial reanimation after acoustic neuroma resection[J]. *Ann Plast Surg*, 2014, 37(Suppl 1): S63–69.
- [30] Bianchi Bernardo, Ferri Andrea, Ferrari Silvano, et al. Cross-facial nerve graft and masseteric nerve coaptation for one-stage facial reanimation: principles, indications, and surgical procedure[J]. *Head Neck*, 2014, 36(2): 235–240.
- [31] Rozen Shai M. Discussion: Symmetry Restoration at rest after masseter-to-facial nerve transfer: is it as efficient as smile reanimation[J]. *Plast Reconstr Surg*, 2017, 140(4): 802–804.
- [32] Klosterman Tristan, Ulkatan Sedat, Thomas Romo 3rd, et al. Familial lower lip facial paralysis with asymmetric smile: Selective neurectomy of the cervical branch[J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2018, 109: 144–148.
- [33] Biglioli F, Allevi F, Battista VM et al. Lipofilling of the atrophied lip in facial palsy patients[J]. *Minerva Stomatol*, 2014, 63(3): 69–75.
- [34] Owusu James A, Boahene Kofi Derek. Management of long-standing flaccid facial palsy: midface/smile; locoregional muscle transfer[J]. *Otolaryngol Clin North Am*, 2018, 51(6): 1119–1128.
- [35] Wintner A, Lentz AC. Inflatable Penile Prosthesis: Considerations in Revision Surgery[J]. *Curr Urol Rep*, 2019, 20(4): 18.
- [36] Boahene Kofi DO. Principles and biomechanics of muscle tendon unit transfer; application in temporalis muscle tendon transposition for smile improvement in facial paralysis [J]. *Laryngoscope*, 2013, 123(2): 350–355.
- [37] Boahene Kofi DO, Ishii Lisa E, Byrne Patrick J. In vivo excursion of the temporalis muscle-tendon unit using electrical stimulation; application in the design of smile restoration surgery following facial paralysis[J]. *JAMA Facial Plast Surg*, 2014, 16(1): 15–19.
- [38] Movérare T, Lohmander A, Hultcrantz M et al. Peripheral facial palsy: Speech, communication and oral motor function[J]. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*, 2017, 134(1): 27–31.
- [39] Croisé Benjamin, Paré Arnaud, Marmouset Franck et al. Lengthening temporalis myoplasty and reduction of the swallowing oral phase dysfunction in facial palsy patients[J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2019, 72(7): 1157–1163.
- [40] Harii K, Ohmori K, Torii S. Free gracilis muscle transplantation, with microvascular anastomoses for the treatment of facial paralysis. A preliminary report[J]. *Plast Reconstr Surg*, 1976, 57(2): 133–143.
- [41] Boahene Kofi O, Owusu James, Ishii Lisa et al. The Multivector Gracilis Free Functional Muscle Flap for Facial Reanimation[J]. *JAMA Facial Plast Surg*, 2018, 20(4): 300–306.
- [42] Jacqueline J Greene, Tavares Joana, Mohan Suresh, et al. Long-Term outcomes of free gracilis muscle transfer for smile reanimation in children[J]. *J Pediatr*, 2018, 202: 279–284.
- [43] Braig David, Bannasch Holger, G Björn Stark, et al. Analysis of the ideal muscle weight of gracilis muscle transplants for facial reanimation surgery with regard to the donor nerve and outcome[J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2017, 70(4): 459–468.
- [44] Hontanilla Bernardo, Olivás Jesús, Cabello Álvaro et al. Cross-face nerve grafting versus masseteric-to-facial nerve transposition for reanimation of incomplete facial paralysis; a comparative study using the FACIAL CLIMA evaluating system[J]. *Plast. Reconstr. Surg*, 2018, 142(2): 179e–191e.
- [45] Sforza Chiarella, Frigerio Alice, Mapelli Andrea et al. Double-powered free gracilis muscle transfer for smile reanimation: A longitudinal optoelectronic study[J]. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*, 2015, 68(7): 930–939.

(收稿日期:2020-02-20)

本文引用格式: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

Cite this article as: WANG Zhao-yan. Advances in facial reanimation [J]. *Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg*, 2020, 26(1): 18–23. DOI: 10.11798/j.issn.1007-1520.202001005