

脑卒中后吞咽障碍患者咀嚼效率的特征分析及其与健康受试者的比较

贺涓涓^{1,2} 许自阳¹ 史静¹ 苗国富¹ 卫小梅¹

¹中山大学附属第三医院康复医学科, 广州 510630; ²中山大学附属第一医院神经科, 广州 510080

通信作者: 卫小梅, Email: weixmei@mail.sysu.edu.cn

【摘要】目的 探讨年龄和性别对健康受试者咀嚼效率的影响; 比较脑卒中后吞咽障碍患者与健康受试者咀嚼效率的差异以及与下颌运动临床评分的相关性。**方法** 采用临床对照研究设计, 选取健康受试者 84 例和脑卒中后吞咽障碍患者 32 例, 所有受试者咀嚼双色口香糖, 拍成高清图片后采用 ViewGum 软件分析图片, 并记录口香糖的混合程度数据 (SDHue 值)。健康受试者分别按年龄 (20~40 岁组和 ≥65 岁组) 和性别进行分组, 比较组间 SDHue 值有无差异; 进一步将吞咽障碍患者的 SDHue 值与同年龄段健康受试者进行比较, 并与下颌运动的临床功能评分进行相关性分析。**结果** 健康受试者 20~39 岁组的 SDHue 值与 ≥65 岁组比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); 健康受试者中, 男性和女性的 SDHue 值差异没有统计学意义 ($P > 0.05$)。脑卒中后吞咽障碍患者的 SDHue 值明显高于健康受试者 ($P < 0.05$), 且 SDHue 值与下颌运动的临床评分呈正相关 ($R^2 = 0.35, P < 0.05$)。**结论** 健康受试者的咀嚼效率不存在性别差异, 但存在年龄差异; 脑卒中后吞咽障碍患者的咀嚼效率 (SDHue 值) 与脑卒中下颌运动临床评分呈正相关。

【关键词】 脑卒中; 吞咽障碍; 健康受试者; 咀嚼效率

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (81802236)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.09.003

Mastication efficiency among stroke survivors with dysphagia

He Juanjuan^{1,2}, Xu Ziyang¹, Shi Jing¹, Miao Guofu¹, Wei Xiaomei¹

¹Department of Rehabilitation, The Third Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510630, China;

²Department of Neurology, the First Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China

Corresponding author: Wei Xiaomei, Email: weixmei@mail.sysu.edu.cn

【Abstract】 Objective To compare the effect of age and gender on mastication efficiency between healthy volunteers and dysphagic stroke survivors and to document any correlation of mastication efficiency with mandible movements. **Methods** Thirty-two stroke survivors with dysphagia and 84 healthy volunteers were asked to chew two-color gum. Their chewing efficiency was indicated by the degree of color mixing after chewing (SDHue). The SDHue value was evaluated using ViewGum software. The healthy volunteers were further divided into an age 20–40 years group, a 41–60 years group and an over-60 group. The SDHue values were compared among the 3 groups. The SDHue values were correlated with clinical mandible movement scores. **Results** Among the healthy volunteers, those older than 60 years had significantly higher SDHue values on average than those between 20 and 40 years. However, no significant gender difference was observed. The dysphagic stroke survivors had, on average, significantly higher SDHue results than the healthy volunteers, and those results were positively correlated with their mandible movement scores. **Conclusions** Mastication efficiency tends to be age-related but not gender-related. Among those with post-stroke dysphagia mandible movement is positively correlated with mastication efficiency.

【Key words】 Stroke; Dysphagia; Mastication efficiency; Mandible movement

Funding: National Natural Science Foundation of China (81802236)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.09.003

脑卒中后约 50% 的患者由于口面部区域运动和感觉功能障碍, 影响了口面部肌肉的协调性, 出现不同

程度的咀嚼障碍^[1]。咀嚼的目标之一是将食物嚼细, 形成食团以利于吞咽, 这需要中枢神经系统和外周神

经相互反馈和调节。既往研究及临床实践中普遍关注患者咀嚼肌力量的大小,缺乏对其咀嚼效果进行研究。而咀嚼效率(即机体在一定时间内将定量食物嚼细的程度)是反映咀嚼能力的指标之一^[2]。根据文献检索,目前国内外咀嚼效率的研究大部分是在口腔科开展,其焦点在咀嚼相关结构,如上下牙槽的对合、下颌骨的运动、植入牙齿、牙龈等损伤的影响^[3-4],较少关注神经系统病变对咀嚼效率的影响。目前国内尚缺乏较大样本的正常人咀嚼效率的研究,更无针对脑卒中后吞咽障碍患者咀嚼效率的研究。

本研究通过咀嚼双色口香糖并进行图片处理计算百分比来进行测试咀嚼效率^[5-6]。据报道,Halazonetis 等^[7]开发专门的软件(ViewGum)来确定咀嚼后的双色口香糖的混合程度,操作步骤比较简单,其信效度已得到验证。本研究拟分析咀嚼效率是否受年龄、性别影响,并比较脑卒中后伴吞咽障碍患者和健康受试者之间咀嚼效率和咀嚼时间的差异,旨在探究咀嚼效率与下颌功能临床评估的相关性。

对象与方法

一、研究对象及分组

病例入选标准:①根据 2016 版中国脑血管病诊治指南与共识^[8],经头颅 MRI 或 CT 检查诊断为脑卒中,且病灶位于大脑半球;②40~80 岁;③既往无吞咽障碍;④无言语障碍、听力障碍或认知障碍;⑤能理解并配合诊疗;⑥签署知情同意书。

排除标准:①口面部或头部有放疗史、手术史或外伤史;②有牙齿缺损或牙痛、颞颌关节疾病等其它牙科疾病者;③合并有脑干、小脑病变患者;④合并有帕金森病等其它神经系统疾病;⑤患有各种原因导致的肌萎缩、肌无力等肌源性疾病;⑥使用减少口水分泌的药物,如肉毒素、阿托品等。

选取 2019 年 3 月至 2020 年 8 月中山大学附属第三医院康复科收治并符合上述标准的脑卒中后吞咽障碍患者 32 例作为病例组,另选取年龄 20~80 岁的健康受试者 84 例作为健康对照组,对病例组和健康对照

组均行咀嚼效率测试。纳入的 84 例健康受试者,根据目前我国现阶段年龄的划分,分为 20~39 岁组、40~64 岁组和 ≥65 岁组。

健康对照组和病例组的一般临床情况详见表 1,经卡方检验,2 组研究对象的年龄、性别经统计学分析比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。为明确年龄对咀嚼效率的影响,本研究第一部分仅比较 20~39 岁组与 ≥65 岁组健康对照组的差异;因病例组均为 40~80 岁,为减少年龄带来的混杂因素,本研究第二部分去除健康对照组中 20~39 岁数据,仅采用 40 岁以上的健康对照组与病例组进行比较。本研究获中山大学附属第三医院医学伦理委员会审核批准(批件号 2019-02-488-01)。

二、临床评估

由同一位言语治疗师根据患者咀嚼时下颌运动的情况,根据改良的 Frenchay 构音障碍评估量表^[9]中的下颌运动评估方法,将受试者等级的口颌运动功能评分划分为 1~5 分,分数越低,口面部功能越趋于正常,分数越高,口面部功能受损越严重(见表 2)。

三、咀嚼效率测试^[10]

本研究采用的口香糖是玛氏箭牌糖果(中国)有限公司无糖口香糖(奔涌西瓜味和激酷蓝莓味)。将 2 个颜色口香糖叠在一起,制作成 30 mm×18 mm×3 mm 块状。所有受试者皆理解实验过程,充分刷牙和口腔护理,检查口腔无明显异物残留。操作者将双色口香糖放入受试者口中,当受试者听到“开始”的口令即开始咀嚼口香糖,同时测试者开始记录时间,所有受试者均咀嚼 20 次,受试者用手示意完成咀嚼,操作者停止计时。咀嚼结束后将口香糖放于两片 10 cm×10 cm 定制的透明硬塑料薄片(厚度 1 mm)之间,并记录受试者年龄、性别、咀嚼时间。然后将咀嚼后的口香糖压成 1 mm 的厚度,连同上下两层厚度各为 1 mm 的薄片,可制成厚度共为 3 mm 的口香糖夹口的薄片。为确保 1 mm 的厚度,施加压力前,在该口香糖薄片的上下左右各平行放置 3 片空白透明薄片(总厚度为 3 mm)作为参考,采用大小为 50 cm×50 cm 的平板从上至下施

表 1 研究对象的一般临床情况

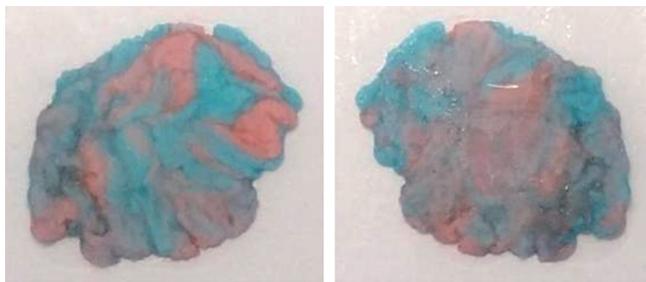
组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	平均病程 (月, $\bar{x}\pm s$)	病变性质(例)	
		男	女			脑出血	脑梗死
病例组	32	20	12	60.40±11.65	3.20±1.80	11	21
健康对照组							
20~39 岁组	32	12	20	26.30±5.70	-	-	-
40~64 岁组	26	11	15	50.80±5.10	-	-	-
≥65 岁组	26	10	16	68.50±3.80	-	-	-

注:-表示无数据

表 2 下颌咀嚼功能临床评估

评分	描述
1	自然处于正常位置
2	下颌偶尔有轻度偏移
3	下颌没有固定的位置,但能控制地进行咀嚼运动
4	有明显下颌的有意识控制,但有严重偏移
5	下颌很大张开,或非常紧闭,偏移严重,不能自主运动

压,压制成功后,咀嚼后的口香糖连同其上下的透明薄片一起放置于纯白色的背景上,将正反面拍成高清图片,图片不能有反光和黑影。为减少周围环境光线对色彩的影响,在同一室内光源下进行拍摄。将拍摄后的图片导入 Window10 系统自带的画图工具,将正反面图片合成一张,两张图片之间不留缝隙。如图 1。



正面

反面

图 1 健康受试者咀嚼后正反面的图片

四、图像处理

采用 ViewGum 色彩分析软件进行图像处理^[7], ViewGum 软件是将图像转为 HIS 颜色空间,然后半自动分割图像中的每个像素来计算色调值,为了方便计算,需要将这个色调值进行标准化,色调值标准化后的标准差叫色调值标准差(standard deviation of hue, SDHue),就是“Ch0 St.Dev”所代表的数值,数值范围在 0~1 之间,位于软件界面右下方。如果两种颜色没有混合,在色调轴上存在两个分离良好的峰,随着混合程度的提高,每个颜色组的两个色相峰会靠拢;当颜色完美混合时,会最终在中间位置融合成一个峰。即当图像中每个像素点之间色调相差越大,代表双色口香糖混合越不均匀,SDHue 值越接近 1,即咀嚼效率越低;图像中每个像素点之间色调相差越小,代表双色口香糖越均匀,SDHue 值越接近 0,即咀嚼效率越高。

操作步骤:①打开 ViewGum 软件,点击“File”,再点击“Open Images”打开如图 1 所示的图片;②修改参数,把“Graph Type”选定为“Gauss Curve”、把“Colour Space”定为“HIS”、把“Calibration Gum”选定为“none”、再将“Foreground Constriction”也选定为“none”;③将鼠标放于口香糖图像上,长按鼠标左键并且拖动鼠标,使得图像上有任意选定的超过 50 个黄

色的点;④再将鼠标移动到于背景图像上,长按“Shift”键,并采用第三步的方法在背景图像上任意选定超过 50 个红色的点;⑤点击“Calculate”按钮,即可进行计算,此时软件将会自动把左右两侧的口香糖图像与背景图像用黑线划分出来;⑥进行人工审核,如果软件划分明显不合适,可以用红色或者黄色将明显错误的地方进行适当修订;⑦结束计算后,计算结果将显示在软件的右下方框图中。ViewGum 计算界面如图 2 所示。

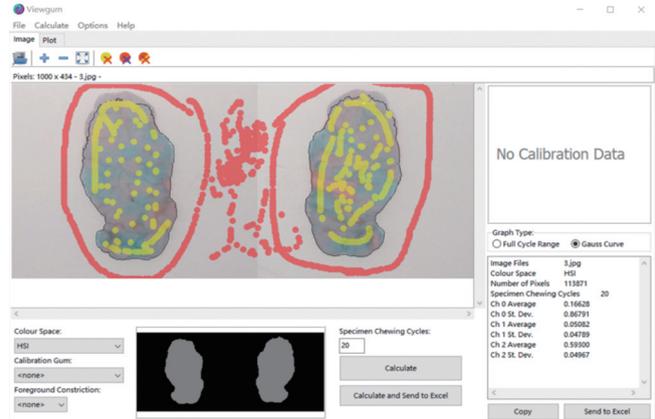


图 2 ViewGum 软件计算界面

五、统计学方法

使用 GraphPad Prism 9.0 版统计软件对所得数据进行统计学分析处理,不同年龄段组间、性别的咀嚼效率比较采用双因素方差分析;病例组与健康对照组之间的咀嚼效率比较采用两独立样本 *t* 检验;咀嚼效率和下颌咀嚼功能临床评分进行 Pearson 相关分析。 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

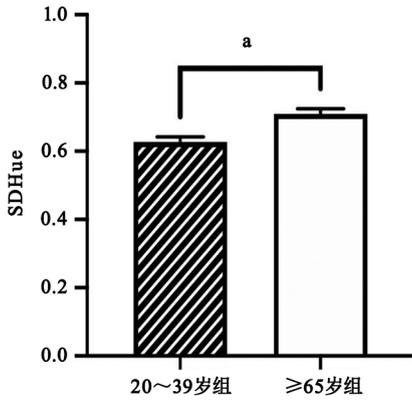
结果

一、性别及 20~39 岁组和 ≥ 65 岁组年龄对健康对照组咀嚼效率的影响

双因素方差分析提示,年龄和性别两个因素没有交互作用 [$F(1, 54) = 0.82, P = 0.37$], 不同性别之间的 SDHue 值差异亦无统计学意义 [$F(1, 54) = 0, P = 0.99$], 两个年龄组的 SDHue 值差异有统计学意义 [$F(1, 54) = 5.07, P = 0.0006$]. 采用 *t* 检验提示, 20~39 岁组与 ≥ 65 岁组受试者的 SDHue 值差异有统计学意义 ($P = 0.03$), 如图 3 所示。

二、脑卒中患者与同年龄段(40 岁以上)健康对照组咀嚼效率的比较

健康对照组中,40 岁以上年龄(40~64 岁组和 ≥ 65 岁组)受试者的咀嚼效率组间差异无统计学意义 ($P > 0.05$). 病例组的 SDHue 值明显高于同年龄段健康对照组 ($P < 0.05$), 且咀嚼时间明显延长 ($P < 0.05$). 具体数据详见表 3。



注:与 20~39 岁组比较, ^a $P < 0.05$
图 3 不同年龄组咀嚼效率的比较

表 3 2 组受试者的咀嚼功能比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	SDHue 值	咀嚼时间(s)
健康对照组	52	0.6952±0.1446	16.38±3.95
病例组	32	0.8522±0.1092 ^a	18.83±4.01 ^a

注:与健康对照组比较, ^a $P < 0.05$

三、脑卒中患者咀嚼效率与咀嚼功能临床评分的相关性

经 Pearson's 分析提示,脑卒中患者的咀嚼效率 SDHue 值与临床评分之间呈正相关 ($P = 0.003$, $R^2 = 0.35$),即咀嚼效率越高(即 SDHue 值小)的患者临床评分越低(如图 4 所示)。

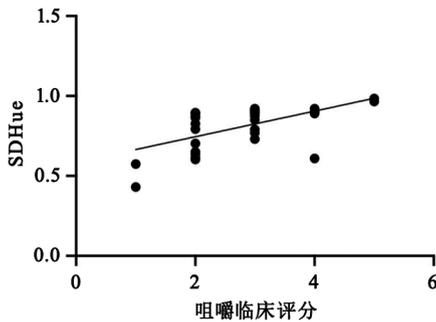


图 4 咀嚼效率值与临床评分之间的相关性

讨 论

咀嚼效率是一种反映机体咀嚼能力的客观生理指标,检测咀嚼效率时采取何种咀嚼食物是需要重点关注的方面^[11]。既往有很多评估咀嚼效率的研究采用固体食物,如胡萝卜、花生米、自制固体颗粒、双色石蜡等^[12-13]。上述评估方法注重的是牙齿对食物的破碎过程,不适合用于脑卒中患者。食物破碎过程中不同质地的均一性,不同食物味觉的刺激等,均对咀嚼过程的神经调控影响较大,导致混杂因素较多;而且咀嚼过程延长后唾液分泌增多,与固体食物混杂,增加了脑卒

中患者误吸的风险。本研究采用的双色口香糖方法,是近年来应用较为广泛、容易实施的方法,分析方法简单,且咀嚼过程中性状比较稳定,更适用于脑卒中患者咀嚼功能的检测,本研究是国内率先采用此方法进行脑卒中患者咀嚼效率的检测研究。

既往研究表明,咀嚼效率受多种因素影响,如性别、功能性牙齿单位数量、咬合力、肌肉厚度等。一项对 14~17 岁无龋齿青少年的咀嚼能力的研究发现,咀嚼功能存在性别差异,男孩比女孩有更高的咬合力和咀嚼频率^[14]。另一项对 500 多例 65 岁以上社区居民老年人的咀嚼能力研究^[15]发现,咬肌厚度和咬合力存在男女差异,且男性比女性可能有更强的咬肌和咬合力,男性的咀嚼能力可能比女性强。上述研究是针对青少年或者老年人的研究。而本研究选取普遍人群为研究对象,结果显示,男性与女性的咀嚼效率差异无统计学意义,但 20~39 岁年龄的咀嚼效率明显高于 65 岁以上,可能与 20~39 岁受试者的肌肉厚度较高、咬合力较好有关。

本研究结果还发现,脑卒中后吞咽障碍患者的咀嚼效率较同年龄段健康对照组下降,咀嚼时间延长,这与 Schimmel 等^[16]的研究结果一致。但 Schimmel 等^[16]研究中纳入了脑桥病变的患者,患者出现咀嚼肌力下降;而本研究选取的全部是大脑半球脑卒中患者,对咀嚼肌的肌力本身影响较小,且本研究入组标准中已排除了牙齿等口腔结构异常的影响。因此认为,本研究发现的咀嚼效率下降在一定程度上反映了大脑半球病变对咀嚼功能中枢调控的影响。

近期有研究表明,老年患者的认知障碍程度影响咀嚼效率^[17],由此推测咀嚼效率可以反映大脑对咀嚼功能的调控能力。在功能性磁共振成像研究中发现,咀嚼口香糖过程中,可激活感觉运动皮质、岛叶、丘脑和小脑^[18-19],咀嚼效率的变化可能与双侧大脑激活有关^[20]。本研究因多例患者为多部位大脑半球病变,并未根据大脑半球脑卒中患者病变部位进行分组,但根据上述 fMRI 研究,咀嚼口香糖过程可能也涉及多个脑区。本研究下一步将扩大样本,继续探讨大脑半球病变与脑干对咀嚼功能的影响。

为探讨咀嚼效率的高低与下颌运动功能受损程度临床评估之间的关系,本研究咀嚼功能临床评估采用了 Frenchey 量表中的下颌运动部分,结果发现下颌运动的功能水平与咀嚼效率呈现正相关,但相关性并不强,这可能是由于咀嚼效率的好坏并不仅仅取决于下颌运动的好坏。本研究采用咀嚼效率的检测方法中并未要求受试者进行单侧咀嚼或者双侧咀嚼,而是根据其咀嚼习惯进行咀嚼,这个过程可能除涉及到咀嚼肌外,还需要口腔颊肌、舌肌、唇等共同运动维持口香糖

在牙齿的咬合面,因此,除下颌节律性运动的调控外,其它口腔功能的好坏也会影响咀嚼效率,尤其是对于口腔运动控制功能较差的脑卒中患者。另外,Schimmel 等^[16]研究发现,口腔内和口面部感觉功能缺陷可能也是脑卒中患者咀嚼效率下降的重要因素,且有显著相关性。由此可见,下颌运动的临床评分虽然在一定程度上能反映其咀嚼功能,但下颌运动功能仅是影响咀嚼功能的其中一个因素。因此,可以引入咀嚼效率的检测作为一种有效的、简单易行的定量手段,能弥补下颌临床评分单纯评估运动情况的不足。

综上所述,年龄可能会影响健康受试者的咀嚼效率,年轻人(20~39岁)的咀嚼效率可能高于年长受试者(40岁以上)。脑卒中后伴吞咽障碍患者的咀嚼效率明显降低,与下颌运动临床评分呈正相关。咀嚼效率(SDHue值)测定可以作为一个临床的咀嚼功能定量评估方法,弥补临床评分量表仅定性评估下颌运动功能而无法反映咀嚼功能的不足。

参 考 文 献

- [1] Dai R, Lam OL, Lo EC, et al. Orofacial functional impairments among patients following stroke: a systematic review[J]. *Oral Dis*, 2015, 21(7): 836-849. DOI: 10.1111/odi.12274.
- [2] 史琦,王燕一.咀嚼效率测定方法的研究进展[J]. *中华口腔医学杂志*, 2010, 45(4): 249-251. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2010.04.015.
- [3] Júnior MC, Goiato MC, de Caxias FP, et al. Masticatory efficiency, bite force and electrical activity of the masseter and temporalis muscles in bodybuilders[J]. *J Clin Exp Dent*, 2021, 13(9): 920-926. DOI: 10.4317/jced.58368.
- [4] Sugio CYC, Mosquim V, Jacomine JC, et al. Impact of rehabilitation with removable complete or partial dentures on masticatory efficiency and quality of life: a cross-sectional mapping study[J]. *J Prosthet Dent*, 2021, 16:S0022-3913(21)00144-X. DOI: 10.1016/j.prosdent.2021.02.035.
- [5] Buser R, Ziltener V, Samietz, S. Validation of a purpose-built chewing gum and smartphone application to evaluate chewing efficiency[J]. *J Oral Rehabil*, 2018, 45(11): 845-853. DOI: 10.1111/joor.12696.
- [6] Endo T, Komatsuzaki A, Kurokawa H, et al. A two-colored chewing gum test for assessing masticatory performance: A preliminary study[J]. *Odontology*, 2014, 102(1): 68-75. DOI: 10.1007/s10266-012-0089-7.

- [7] Halazonetis DJ, Schimmel M, Antonarakis GS, et al. Novel software for quantitative evaluation and graphical representation of masticatory efficiency[J]. *Oral Rehabil*, 2013, 40(5): 329-335. DOI: 10.1111/joor.12043.
- [8] 中华医学会神经病学分会.2016 版中国脑血管病诊治指南与共识[M].北京:人民卫生出版社,2016:56-78.
- [9] 缪鸿石.康复医学理论与实践(上册)[M].上海:上海科学技术出版社,2000:424-430.
- [10] 王勇,周焱,王冰,等.基于 ViewGum 色彩分析软件的固定矫治过程中咀嚼效率变化规律的对比研究[J]. *牙体牙髓牙周病学杂志*, 2016, 26(2): 91-95. DOI: 10.15956/j.cnki.chin.j.conserv.dent.2016.02.007.
- [11] Shala K, Bicaj T, Pustina-Krasniqi T, et al. Evaluation of the masticatory efficiency at the patients with new complete dentures[J]. *Open Access Maced J Med Sci*, 2018, 6(6): 1126-1131. DOI: 10.3889/oamjms.2018.234.
- [12] Liu T, Wang X, Chen J, et al. Determining chewing efficiency using a solid test food and considering all phases of mastication[J]. *Arch Oral Biol*, 2018, 91: 63-77. DOI: 10.1016/j.archoralbio.2018.04.002.
- [13] Van der Glas HW, Liu T, Zhang Y, et al. Optimizing a determination of chewing efficiency using a solid test food[J]. *J Texture Stud*, 2020, 51(1): 169-184. DOI: 10.1053/joms.2002.33854.
- [14] Scudine KGO, Pedroni-Pereira A, Araujo DS, et al. Assessment of the differences in masticatory behavior between male and female adolescents[J]. *Physiol Behav*, 2016, 163(1): 115-122. DOI: 10.1016/j.physbeh.2016.04.053.
- [15] Ohara Y, Hirano H, Watanabe Y, et al. Masseter muscle tension and chewing ability in older persons[J]. *Geriatr Gerontol Int*, 2013, 13(2): 372-377. DOI: 10.1111/j.1447-0594.2012.00909.x.
- [16] Schimmel M, Voegeli G, Duvernay E, et al. Oral tactile sensitivity and masticatory performance are impaired in stroke patients[J]. *J Oral Rehabil*, 2017, 44(3): 163-171. DOI: 10.1111/joor.12482.
- [17] Klotz AL, Ehret J, Zajac M, et al. The effects of prosthetic status and dementia on the chewing efficiency of seniors in nursing homes[J]. *J Oral Rehabil*. 2020, 47(3): 377-385. DOI: 10.1111/joor.12912.
- [18] Lotze M, Domin M, Kordass B. Symmetry of fMRI activation in the primary sensorimotor cortex during unilateral chewing[J]. *Clin Oral Investig*, 2017, 21(4): 967-973. DOI: 10.1007/s00784-016-1858-4.
- [19] Quintero A, Ichesco E, Myers C, et al. Brain activity and human unilateral chewing: an fMRI study[J]. *J Dent Res*, 2013, 92(2): 136-142. DOI: 10.1177/0022034512466265.
- [20] Lee SM, Oh S, Yu SJ, et al. Association between brain lateralization and mixing ability of chewing side[J]. *J Dent Sci*, 2017, 12(2): 133-138. DOI: 10.1016/j.jds.2016.09.004.

(修回日期:2022-06-25)

(本文编辑:汪玲)