

201 例云南曲靖地区某医院健康汉族人群迷走神经 超声特点的探索性研究

侯玲丽¹⁾, 程艳¹⁾, 杨芳¹⁾, 杨君素²⁾, 张梓桢¹⁾, 保建见²⁾, 张国辉¹⁾, 杜康²⁾
(1)曲靖市第一人民医院超声科; 2)神经内科, 云南曲靖 655000)

[摘要] **目的** 探索云南曲靖地区某医院健康人群迷走神经的横截面积(CSA)的特点及与人口统计学特征的相关性。**方法** 收集 2022 年 9 月至 2023 年 3 月云南曲靖地区某医院 201 例健康志愿者的迷走神经进行高分辨率神经超声检查。通过迷走神经横向扫描测量 CSA, 评估迷走神经 CSA 与年龄、体重指数(BMI)、性别的相关性。**结果** 双侧迷走神经的平均 CSA 分别为 1.9 mm²(右)和 1.3 mm²(左)。右侧的平均迷走神经 CSA 明显大于左侧($P < 0.001$)。高年龄组(> 50 岁)人群的右侧迷走神经平均 CSA 显著高于低年龄组(≤ 50 岁)人群($P = 0.0142$)。但 BMI 指数 > 24 kg/m² 组人群与 ≤ 24 kg/m² 组人群右侧迷走神经平均 CSA 无统计学差异($P = 0.0852$)。左侧迷走神经平均 CSA 在不同年龄组和不同 BMI 组差异无统计学意义($P > 0.05$), 但男性组双侧迷走神经平均 CSA 均大于女性组, 差异有统计学差异($P < 0.05$)。相关性分析进一步证实右侧迷走神经平均 CSA 与年龄存在负相关($r = -0.17$, $P = 0.0139$)。多元线性回归模型提示年龄($P = 0.007$)和性别($P = 0.001$)为右侧迷走神经平均 CSA 的独立影响因素。**结论** 云南曲靖地区健康人群迷走神经 CSA 右侧明显大于左侧, 男性也明显大于女性。随年龄的增长, 迷走神经逐渐变细。

[关键词] 超声检查; 迷走神经; 横截面积; 健康人群; 正常值

[中图分类号] R445.1 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 2095 - 610X(2025)01 - 0129 - 07

Exploratory Study on the Ultrasound Characteristics of the Vagus Nerve in a Healthy Han Population in a Hospital in Qujing, Yunnan

HOU Lingli¹⁾, CHENG Yan¹⁾, YANG Fang¹⁾, YANG Junsu²⁾, ZHANG Zizhen¹⁾,
BAO Jianjian²⁾, ZHANG Guohui¹⁾, DU Kang²⁾

(1) *Ultrasound Department*; 2) *Neurology Department*, *The First People's Hospital
of Qujing, Qujing Yunnan 655000, China*)

[Abstract] **Objective** To explore the characteristics of the cross-sectional area (CSA) of the vagus nerve in a healthy population in Qujing, Yunnan, and its correlation with demographic characteristics. **Methods** High-resolution nerve ultrasound examinations were conducted on the vagus nerve of 201 healthy volunteers from a hospital in Qujing, Yunnan from September 2022 to March 2023. The CSA was measured through transverse scans of the vagus nerve. The correlation of vagus nerve CSA with age, body mass index (BMI), and gender was assessed. **Results** The mean CSA of the bilateral VN were 1.9 mm² (right) and 1.3 mm² (left), respectively. The average CSA of the right vagus nerve was significantly greater than that of the left ($P < 0.001$). In the high-age group (> 50 years), the average CSA of the right vagus nerve was significantly higher than that of the low-age group (≤ 50 years) ($P = 0.0142$). However, there was no statistically significant difference in the average CSA of the right vagus nerve

[收稿日期] 2024 - 04 - 11

[基金项目] 曲靖市第一人民医院院级科研课题(2023YJKTF16)

[作者简介] 侯玲丽(1995~), 女, 云南曲靖人, 医学硕士, 住院医师, 主要从事超声研究工作。

[通信作者] 杜康, E-mail: dukangyn@126.com

between the BMI > 24 kg/m² group and the ≤24 kg/m² group ($P = 0.0852$). The average CSA of the left vagus nerve showed no statistically significant differences across different age groups and BMI groups ($P > 0.05$), but the average CSA of the bilateral vagus nerve in the male group was greater than that in the female group, with a statistically significant difference ($P < 0.05$). Correlation analysis further confirmed a negative correlation between the average CSA of the right vagus nerve and age ($r = -0.17$, $P = 0.0139$). Multiple linear regression models indicated that age ($P = 0.007$) and gender ($P = 0.001$) were independent influencing factors for the average CSA of the right vagus nerve. **Conclusion** In the healthy population of Qujing, Yunnan, the CSA of the right vagus nerve is significantly greater than that of the left, and males also exhibit a significantly greater CSA than females. With increasing age, the vagus nerve gradually becomes thinner.

[**Key words**] Ultrasonography; Vagus nerve; CSA; Healthy population; Normal values

在过去的十年中,高分辨率超声成为研究周围神经的新工具^[1]。现代超声检查机能够对神经和邻近结构进行实时的高保真成像,同时患者无不适或辐射暴露^[2]。高频(大于12~15 MHz)超声探头在周围神经的超声诊断中发挥了重要作用^[3]。神经横截面积(cross-sectional area, CSA)是超声评价周围神经最常用的参数,目前关于上肢神经和下肢神经的正常参考值范围较多^[4-6],但对颅神经超声正常参考值的研究较少,尤其是对于迷走神经^[7]。目前仅少数国外超声实验室系统地报道了健康人群迷走神经 CSA 的参考值,且不同人群存在较大异质性(2.0~5.0 mm²)^[8-10]。迷走神经超声在糖尿病周围神经病变(diabetic peripheral neuropathy, DPN)^[9],慢性炎性脱髓鞘性多发性神经病变^[10-11],多灶性运动神经病^[12],腓骨肌萎缩症 1A 型^[10],腓骨肌萎缩症 1B 型^[13],肌萎缩性偏侧硬化症^[14-15],帕金森病^[16],家族性转甲状腺素蛋白淀粉样变神经病(transthyretin familial amyloid polyneuropathy, TTR-FAP)^[17]等疾病中已有相关报道,而确定周围神经 CSA 的正常值对区分其病理状态具有重要意义,但目前国内尚缺乏通过超声系统研究中国人群中正常迷走神经 CSA 特点。因此,本研究通过高分辨率超声成像(high-resolution ultrasound, HRUS)评估云南曲靖地区健康人群迷走神经 CSA 特点及其与年龄、性别、体重指数(body mass index, BMI)等指数的相关性。

1 资料与方法

1.1 研究对象

本研究共纳入 2022 年 9 月至 2023 年 3 月期间曲靖市第一人民医院体检的 201 例健康受试者(102 例女性和 99 例男性),中位年龄为 47 岁(15~92 岁),中位身高和体重分别为 163 cm

(156~170 cm)和 60 kg(53~68 kg)。纳入标准^[8-10]:(1)年龄≥15 周岁的汉族人群;(2)生活在曲靖地区时间超过 5 年;(3)不伴肢体麻木、力弱及明确诊断的周围神经系统疾病;(4)不伴糖尿病、血管炎、肿瘤等可能损伤周围神经的系统性疾病或特殊药物。排除标准为^[8-10]:(1)皮肤麻木或感觉异常;(2)肌肉萎缩或无力;(3)周围神经系统其他疾病;(4)其他器官慢性疾病(如心脏、脑、眼、或肾)。

本研究经云南省曲靖市第一人民医院伦理委员会审查批准[2022-085(科)-02],所有受试者均已签署参与该研究的书面知情同意书。

1.2 迷走神经高分辨率超声

应用美国飞利浦成像系统(EPIQ7, Bothell, WA, 美国;探头 L18-5)的 18 MHz 高分辨率超声探头对 201 例受试者进行测量和记录。所有受试者均为仰卧位,探头横置于颈侧,并在颈内静脉与颈总动脉之间的颈动脉鞘内识别出迷走神经。通过追踪神经的高回声边缘,在甲状腺峡部水平测量双侧迷走神经的 CSA,见图 1。对每个参与者共测量 3 次 CSA 取平均值进行统计分析。

1.3 统计学分析

采用 SPSS 24.0 统计软件(IBM, Armonk, NY, 美国)对数据进行分析,Graphpad-Prism 8.0(GraphPad 软件, San Diego, CA, 美国)软件进行绘图。对于连续变量,采用中位数(四分位数)或平均值(标准差)表示。分类数据以百分比表示,并采用卡方检验或精确概率检验进行比较。计量资料均进行正态性检验,如符合正态分布,则采用 t 检验;如不符合正态分布,计量资料采用 Mann-Whitney U 非参数检验。迷走神经 CSA 呈近似正态分布(通过单样本 K-S 检验进行评估),因此对年龄、性别、BMI 指数等数据采用 t 检验。采用 Pearson 相关性分析来检验迷走神经 CSA 与

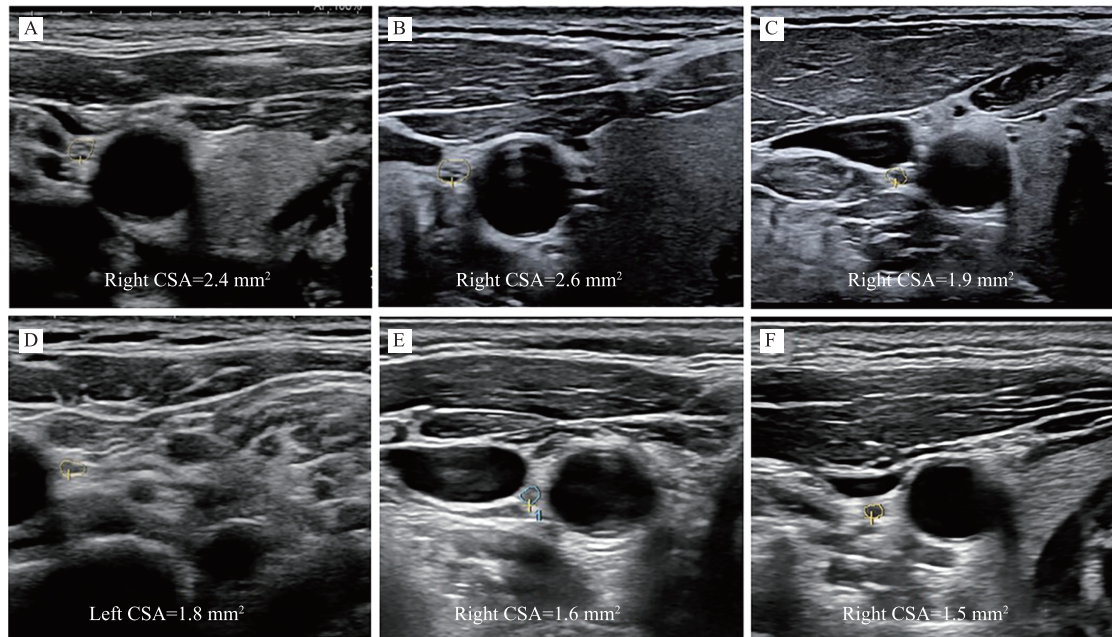


图 1 不同亚组迷走神经 CSA 测量的超声横截面示例

Fig. 1 Ultrasound cross-sectional examples of vagal nerve CSA measurements in different subgroups.

A: 同一健康受试者右侧迷走神经横截面图像; B: 两个不同性别但年龄和 BMI 相同的受试者的迷走神经横截面图像(男性受试者); C: 两个不同年龄但性别和 BMI 相同的受试者迷走神经横截面图像(≤ 50 岁组); D: 同一健康受试者左侧迷走神经横截面图像; E: 两个不同性别但年龄和 BMI 相同的受试者的迷走神经横截面图像(女性受试者); F: 两个不同年龄但性别和 BMI 相同的受试者迷走神经横截面图像(> 50 岁组)。

人口统计学参数之间的相关性, 并对右侧迷走神经 CSA 相关变量进行多元线性回归分析。所有分析均计算双侧 P 值, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 健康人群迷走神经 CSA

双侧迷走神经平均 CSA 分别为 1.9 mm^2 (右)和 1.3 mm^2 (左), 右侧迷走神经平均 CSA 明显大于左侧($P < 0.001$), 见表 1 和图 2A。由于平均迷走

表 1 201 例健康受试者的人口统计学特征和迷走神经 CSA [$n(\%) / M(Q1, Q3) / (\bar{x} \pm s)$]

Tab. 1 Demographic characteristics and vagus nerve CSA of 201 healthy subjects [$n(\%) / M(Q1, Q3) / (\bar{x} \pm s)$]

人口学特征及迷走神经 CSA	健康人群
男性	99 (49.2)
年龄(岁)	47 (15, 92)
身高(cm)	163 (156, 170)
体重(kg)	60 (53, 68)
BMI 指数(kg/m^2)	22.6 (20.2, 24.9)
右侧迷走神经 CSA(mm^2)	1.9 ± 0.6
左侧迷走神经 CSA(mm^2)	1.3 ± 0.5

神经 CSA 在左右侧存在显著差异($P < 0.01$), 本研究对左右侧迷走神经 CSA 数据分别进行分析。在年龄方面, 以 50 岁为界, 将研究者分为高年龄及低年龄两组(> 50 岁和 ≤ 50 岁)。低年龄组左右侧迷走神经平均 CSA 分别为 1.3 mm^2 和 2.0 mm^2 , 高年龄组为 1.3 mm^2 和 1.8 mm^2 , 低年龄组右侧迷走神经 CSA 显著大于高年龄组($P = 0.0142$), 见图 2B。但两组左侧迷走神经 CSA 差异无统计学意义($P = 0.6876$), 见表 2。在性别方面, 男性和女性组左侧迷走神经平均 CSA 分别为 1.4 mm^2 和 1.2 mm^2 , 右侧迷走神经平均 CSA 分别为 2.1 mm^2 和 1.8 mm^2 , 男性组左侧($P = 0.0037$)和右侧($P = 0.0011$)平均 CSA 均显著大于女性组, 见图 2C 和表 2。在 BMI 指数方面, 以 $24 \text{ kg}/\text{m}^2$ 为界, 将受试者分为 $\text{BMI} > 24 \text{ kg}/\text{m}^2$ 组和 $\text{BMI} \leq 24 \text{ kg}/\text{m}^2$ 组, 两组右侧迷走神经平均 CSA 分别为 2.0 mm^2 ($\text{BMI} > 24 \text{ kg}/\text{m}^2$ 组)和 1.9 mm^2 ($\text{BMI} \leq 24 \text{ kg}/\text{m}^2$ 组), 左侧迷走神经平均 CSA 分别为 1.3 mm^2 ($\text{BMI} > 24 \text{ kg}/\text{m}^2$ 组)和 1.3 mm^2 ($\text{BMI} \leq 24 \text{ kg}/\text{m}^2$ 组), 但两组在右侧($P = 0.0852$)和左侧($P = 0.608$)迷走神经平均 CSA 均无统计学差异($P > 0.05$), 见图 2D 和表 2。

2.2 迷走神经 CSA 与人口统计学参数的相关性

人口统计学参数和右侧迷走神经 CSA 的相关性分析发现, 右侧迷走神经 CSA 与年龄($r = -0.17$,

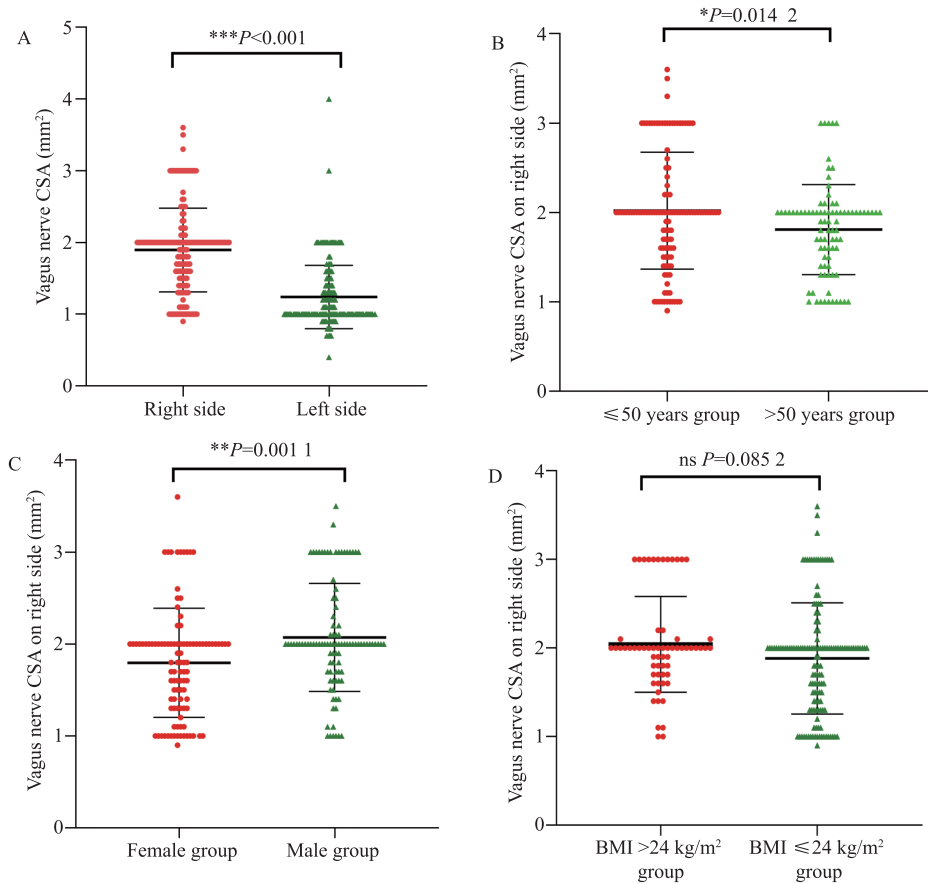


图 2 各亚组健康受试者迷走神经 CSA 比较

Fig. 2 The VN CSA in healthy individuals and subgroups including gender, age and BMI

A: 左右两侧亚组比较; B: 不同年龄亚组比较; C: 不同性别亚组比较; D: 不同 BMI 亚组比较; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$ 。

表 2 左右侧迷走神经 CSA 亚组间比较($\bar{x} \pm s$)

Tab. 2 Comparison of CSA subgroups of the left and right vagus nerves ($\bar{x} \pm s$)

项目	右侧迷走神经 CSA (mm^2)	左侧迷走神经 CSA (mm^2)
≤ 50岁组($n = 117$)	2.0 ± 0.7	1.3 ± 0.4
> 50岁组($n = 84$)	1.8 ± 0.5	1.3 ± 0.5
t	2.474	0.4027
P	0.0142*	0.6876
BMI ≤ 24 kg/m^2 组($n = 137$)	1.9 ± 0.6	1.3 ± 0.4
BMI > 24 kg/m^2 组($n = 63$)	2.0 ± 0.5	1.3 ± 0.5
t	1.730	0.5137
P	0.0852	0.6080
女性组($n = 102$)	1.8 ± 0.6	1.2 ± 0.4
男性组($n = 99$)	2.1 ± 0.6	1.4 ± 0.5
t	3.322	2.938
P	0.0011*	0.0037*

* $P < 0.05$ 。

$P = 0.0139$)和男性组年龄($r = -0.2497$, $P = 0.0127$)之间均存在显著负相关, 见图 3A 和 3C; 但右侧

迷走神经 CSA 与 BMI 指数($r = 0.04$, $P = 0.5348$)、女性组年龄($r = -0.1224$, $P = 0.2205$)均无相关性, 见图 3B 和 3D。多元线性回归分析显示年龄($P = 0.007$)和性别($P = 0.001$)为右侧迷走神经 CSA 的独立影响因素, 见表 3。

3 讨论

HRUS 是一种诊断周围神经系统疾病的新工具。CSA 是超声评估周围神经疾病的主要参数。在 DPN 中, 迷走神经 CSA 提示存在一定程度的迷走神经萎缩, 对 DPN 的诊断具有一定意义^[9]。而在既往笔者对 TTR-FAP 患者的^[9]迷走神经超声研究中发现迷走神经 CSA 可能与自主神经功能障碍严重程度存在相关性^[17]。因此, 迷走神经 HRUS 可能成为诊断及监测周围神经病, 尤其是伴自主神经功能障碍患者的重要工具之一。

本研究中迷走神经是在甲状腺峡部水平测量, 在甲状腺水平对迷走神经的高回声边缘能较好识

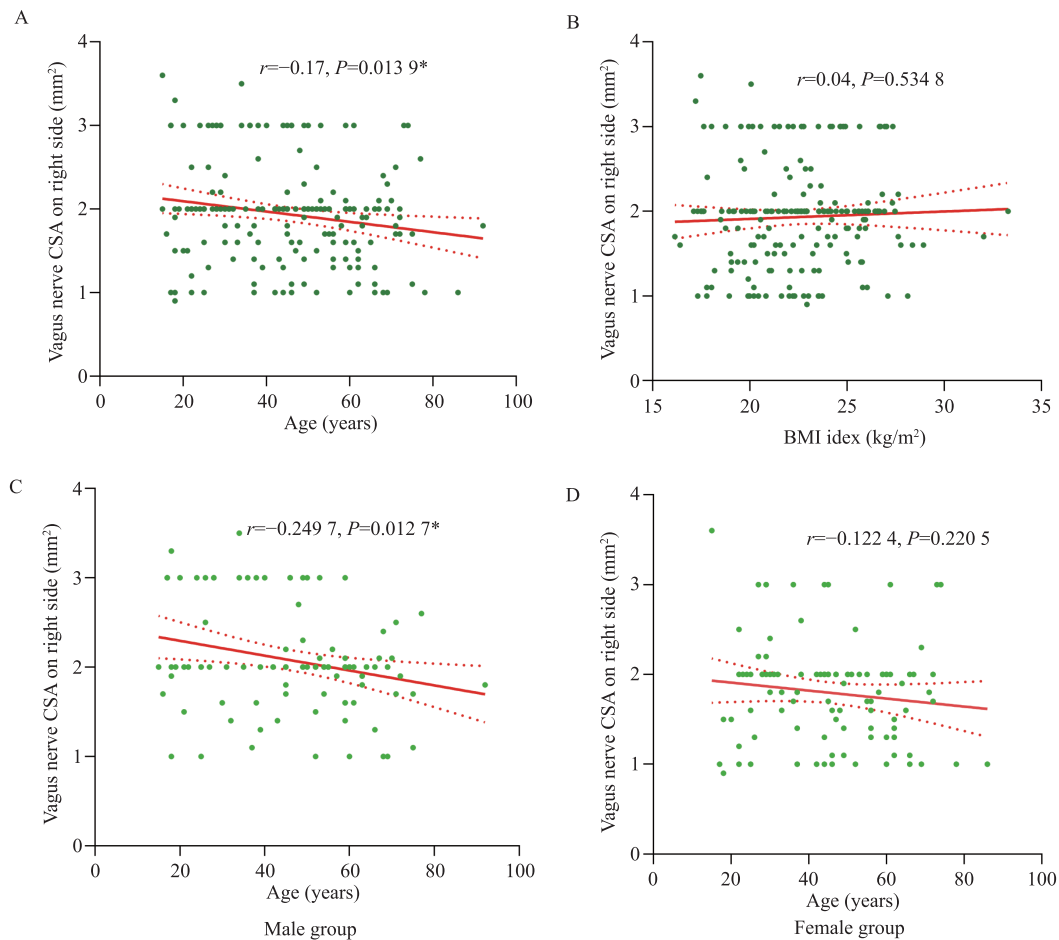


图 3 人口统计学参数与右侧迷走神经 CSA 之间的相关性分析

Fig. 3 Correlations between demographic parameters and VN CSA on right side

A: 年龄与右侧迷走神经 CSA 呈负相关; B: BMI 指数与右侧迷走神经 CSA 无相关性; C: 男性组年龄与右侧迷走神经 CSA 呈负相关; D: 女性组年龄与右侧迷走神经 CSA 无相关性; * $P < 0.05$ 。

表 3 右侧迷走神经 CSA 相关变量的多元线性回归模型

Tab. 3 Multiple linear regression model for variables associated with VN CSA on right side

变量	B	95%CI	P
年龄	-0.192	(-0.012, -0.002)	0.007*
性别	0.228	(0.111, 0.44)	0.001*
BMI 指数	0.049	(-0.018, 0.037)	0.491

* $P < 0.05$ 。

别且具有较好一致性^[18]。本研究结果显示, 中国滇东北地区健康人群左右侧平均迷走神经 CSA 分别为 1.3 mm^2 和 1.9 mm^2 , 这与另一项迷走神经的研究结果一致^[10]。美国健康人群的迷走神经平均 CSA 正常值为 5 mm^2 ^[10], 亚洲健康人群平均迷走神经 CSA 约为 $1 \sim 2.5 \text{ mm}^2$ ^[9], 可能因为美国主要是白种人, 通常比中国人群更高、更重^[19-20]。不同人群的正中神经 CSA 存在显著性差异^[21], 表明建立中国健康人群的迷走神经 CSA 正常值是有必要的。

解剖学上, 健康人群迷走神经左右两侧的形态不对称, 右侧粗于左侧^[22], 在本研究中得到进一步证实。这可能是双侧迷走神经支配不对称腹部脏器的结果, 右侧迷走神经主要支配小肠和结肠, 形成胃后丛, 终止于腹侧丛。左侧迷走神经向胃、肝脏和十二指肠上部发出分支^[23], 但右侧迷走神经也发出分支形成胃前神经丛。因此, 右侧迷走神经分支更多一定程度上解释了右侧迷走神经粗于左侧, 因为它涉及的迷走神经比左侧迷走神经多^[22]。Tagliafico 等^[24]认为, 大部分相同解剖部位的神经, 如上下肢神经, 双侧的差异性较小, 因此建议用对侧神经 CSA 作为内对照。但对迷走神经, 右侧迷走神经 CSA 明显大于左侧, 因此双侧迷走神经均需要确定各自的参考范围。

本研究发现右侧迷走神经 CSA 与年龄呈负相关, 可能与年龄依赖性轴突变性有关, 这与国外健康人群迷走神经超声研究结果一致^[18], 表明健康人群迷走神经 CSA 的参考值应该考虑年龄差

异^[18]。本研究首次明确男性迷走神经较女性更粗,类似结果在健康男女人群桡神经、坐骨神经、胫神经等神经中也同样存在^[4-5, 25],提示临床医生应该关注迷走神经的性别差异。

本研究未发现迷走神经 CSA 与 BMI 存在相关性,这与 Pelz 等^[18]在国外健康人群的迷走超声研究结果一致,表明 BMI 对临床实践中迷走神经 CSA 测量的影响较小。虽然一些观察性研究^[26]发现四肢周围神经 CSA 与身高、体重、BMI 存在弱相关性,但四肢神经近端部位 CSA 与 BMI 指数的相关性更小,解剖学特点部分解释了迷走神经与四肢神经在 BMI 上的差异。

本研究未发现左侧迷走神经 CSA 在不同年龄组和 BMI 组之间的差异,可能是因为左侧迷走神经较右侧更细,且由于测量精度的原因导致记录到的迷走神经 CSA 值较小,所以差异不显著。但有趣的是,男性左右两侧迷走神经平均 CSA 均大于女性。因此,表明迷走神经 CSA 的性别特异性。本研究为曲靖地区迷走神经的研究提供了一个起点,虽然不能完全代表整个地区,但它可以为后续更广泛的研究提供参考和基础数据。

同时,本研究也存在一定的局限性:(1)由于仅纳入曲靖第一人民医院的汉族健康人群,故本研究得出的结论可能仅适用于滇东北地区汉族人群,尽管样本量有限,但本研究发现正常人群迷走神经超声的一些重要线索并对其影响因素进行了初步的探索。未来的研究需要通过随机化分层抽样、涵盖更多地区、更广的年龄范围及更多的民族进一步建立中国健康人群的迷走神经 CSA 参考范围;(2)除了 CSA 的测量外,没有其他的超声参数,如神经回声、血流情况等,但由于这些变量都是主观的,因此定量评价上存在困难。

综上所述,本研究提供了云南曲靖地区健康汉族人群迷走神经的 CSA 参考值。右侧迷走神经 CSA 明显大于左侧,男性迷走神经 CSA 大于女性,迷走神经 CSA 与年龄呈负相关。总之,高分辨率神经超声测量迷走神经 CSA 时,应考虑性别和年龄因素。

[参考文献]

[1] Chen J, Liu J, Zeng J, et al. Ultrasonographic reference values for assessing normal sciatic nerve ultrasonography in the normal population[J]. *J Med Ultrasound*, 2018, 26(2): 85-89.

[2] Rasenack M, Décard B F, Schädelin S, et al. Ultrasonographic reference values for peripheral nerves and nerve roots in the normal population of children and adolescents: Study protocol for an observational-prospective trial[J]. *BMJ Open*, 2016, 6(12): e14662.

[3] Kerasnoudis A, Pitarokoili K, Behrendt V, et al. Cross sectional area reference values for sonography of peripheral nerves and brachial plexus[J]. *Clin Neurophysiol*, 2013, 124(9): 1881-1888.

[4] Singh K P, Kaur S, Arora V. Reference values for the cross sectional area of normal tibial nerve on high-resolution ultrasonography[J]. *J Ultrason*, 2022, 22(90): e144-e152.

[5] Singh K P, Singh P, Gupta K. Reference values for the cross-sectional area of the normal sciatic nerve using high-resolution ultrasonography[J]. *J Ultrason*, 2021, 21(85): e95-e104.

[6] Yalcin E, Onder B, Akyuz M. Ulnar nerve measurements in healthy individuals to obtain reference values[J]. *Rheumatol Int*, 2013, 33(5): 1143-1147.

[7] Tawfik E A, Walker F O, Cartwright M S. Neuromuscular ultrasound of cranial nerves[J]. *J Clin Neurol*, 2015, 11(2): 109-121.

[8] Cartwright M S, Passmore L V, Yoon J S, et al. Cross-sectional area reference values for nerve ultrasonography[J]. *Muscle Nerve*, 2008, 37(5): 566-571.

[9] Tawfik E A, Walker F O, Cartwright M S, et al. Diagnostic ultrasound of the vagus nerve in patients with diabetes[J]. *J Neuroimaging*, 2017, 27(6): 589-593.

[10] Niu J, Zhang L, Ding Q, et al. Vagus nerve ultrasound in chronic inflammatory demyelinating polyradiculoneuropathy and Charcot-Marie-Tooth Disease type 1A[J]. *J Neuroimaging*, 2020, 30(6): 910-916.

[11] Jang J H, Cho C S, Yang K S, et al. Pattern analysis of nerve enlargement using ultrasonography in chronic inflammatory demyelinating polyneuropathy[J]. *Clin Neurophysiol*, 2014, 125(9): 1893-1899.

[12] Grimm A, Décard B F, Athanasopoulou I, et al. Nerve ultrasound for differentiation between amyotrophic lateral sclerosis and multifocal motor neuropathy[J]. *J Neurol*, 2015, 262(4): 870-880.

[13] Cartwright M S, Brown M E, Eulitt P, et al. Diagnostic nerve ultrasound in Charcot-Marie-Tooth disease type 1B[J]. *Muscle Nerve*, 2009, 40(1): 98-102.

- [14] Grimm A, Thomaser A L, Peters N, et al. Neurological picture. Vagal hypertrophy in immune-mediated neuropathy visualised with high-resolution ultrasound (HR-US) [J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2015, 86(11): 1277-1278.
- [15] Holzapfel K, Naumann M. Ultrasound detection of vagus nerve atrophy in bulbar amyotrophic lateral sclerosis [J]. *J Neuroimaging*, 2020, 30(6): 762-765.
- [16] Pelz J O, Belau E, Fricke C, et al. Axonal degeneration of the vagus nerve in Parkinson's disease—a high-resolution ultrasound study [J]. *Front Neurol*, 2018, 9: 951.
- [17] Du K, Xu K, Chu X, et al. Vagus nerve ultrasound in transthyretin familial amyloid polyneuropathy: A pilot study [J]. *J Neuroimaging*, 2022, 32(2): 285-291.
- [18] Pelz J O, Belau E, Henn P, et al. Sonographic evaluation of the vagus nerves: Protocol, reference values, and side-to-side differences [J]. *Muscle Nerve*, 2018, 57(5): 766-771.
- [19] Sindhu D M, Huddar A, Saini J, et al. Cross-sectional area reference values of nerves in the upper and lower extremities using ultrasonography in the Indian population [J]. *Ann Indian Acad Neurol*, 2022, 25(3): 449-456.
- [20] Boehm J, Scheidl E, Bereczki D, et al. High-resolution ultrasonography of peripheral nerves: Measurements on 14 nerve segments in 56 healthy subjects and reliability assessments [J]. *Ultraschall Med*, 2014, 35(5): 459-467.
- [21] Pelz J O, Busch M, Weinreich A, et al. Evaluation of free-hand high-resolution 3-dimensional ultrasound of the median nerve [J]. *Muscle Nerve*, 2017, 55(2): 206-212.
- [22] Pelz J O, Belau E, Menze I, et al. Correlation between sonographic morphology and function of the cervical vagus nerves [J]. *Auton Neurosci*, 2019, 220: 102552.
- [23] Al-Kureischi K. Topographic anatomy and fiber diameter of the human vagal trunk [J]. *Acta Anat (Basel)*, 1979, 103(3): 252-258.
- [24] Tagliafico A, Martinoli C. Reliability of side-to-side sonographic cross-sectional area measurements of upper extremity nerves in healthy volunteers [J]. *J Ultrasound Med*, 2013, 32(3): 457-462.
- [25] Singh K P, Goindi A S, Gupta K. Reference values for the cross-sectional area of normal radial nerve at two levels using high-resolution ultrasonography [J]. *J Ultrason*, 2021, 21(85): e112-e126.
- [26] Tahmaz M, Yoon M S, Schellinger P D, et al. Cross-sectional area in median and ulnar nerve ultrasound correlates with hand volume [J]. *Muscle Nerve*, 2020, 62(1): 83-88.