

健康成人肾上腺 CT 测量值的建立及意义*

刘凤娇^{1,2} 陈涛¹ 谢薇³ 马丽芬^{1,4} 张国富⁵ 孙怀强³ 任艳¹ 田浩明¹

(1. 四川大学华西医院内分泌代谢科·肾上腺疾病诊治中心, 四川 成都 610041;

2. 湖北文理学院附属襄阳市中心医院内分泌代谢科, 湖北 襄阳 441000;

3. 四川大学华西医院放射科, 四川 成都 610041; 4. 陕西省宝鸡市中心医院内分泌代谢科, 陕西 宝鸡 721008;

5. 四川大学华西医院实验医学科, 四川 成都 610041)

【摘要】 目的 建立健康成人肾上腺测量参数参考值, 分析肾上腺体积 (AGV) 与人体测量参数的关系, 建立 AGV 预测公式。分析健康成人 AGV 与肾上腺激素水平、血压、空腹血糖 (FBG)、血脂、尿酸 (UA) 的关系。**方法** 本研究纳入成都地区于 2018 年~2019 年随机招募的 105 名健康志愿者 (HVs), 收集年龄、性别、身高、体重、腰围、体重指数 (BMI)、体表面积 (BSA)、血压等信息, 于四川大学华西医院检验科检测 FBG、血脂、UA 及肾上腺激素水平, 并行肾上腺 CT 平扫, 基于医学数字成像与通信 (DICOM) 图像, 人工描绘肾上腺轮廓, 半自动体积测量法计算 AGV。**结果** 左侧肾上腺平均肢体宽度 (ALW)、右侧 ALW 的 95% 参考值范围分别为 0.27~0.57 cm、0.22~0.49 cm; 左侧 AGV (L-AGV)、右侧 AGV (R-AGV)、总 AGV (T-AGV) 的 95% 参考值范围分别为 1.86~5.08 cm³、1.21~4.36 cm³、3.30~9.21 cm³; 左右侧 ALW 比值 (L/Rw)、左右肾上腺体积比 (L/Rv) 的 95% 参考值范围分别为 0.76~1.66、0.73~1.91。男性 T-AGV 大于女性 ($P < 0.0001$)。纳入人口学参数及肾上腺测量参数, 利用多元线性逐步回归分析建立 AGV 预测公式, $L-AGV (cm^3) = 0.199 \times \text{长}(cm) + 0.495 \times \text{高}(cm) + 3.359 \times ALW(cm) + 0.037 \times \text{体重}(kg) - 2.128$, 调整后 R² 为 0.663; $R-AGV (cm^3) = 0.414 \times \text{长}(cm) + 0.552 \times \text{高}(cm) + 3.595 \times ALW(cm) + 0.024 \times \text{体重}(kg) - 2.857$, 调整后 R² 为 0.579。T-AGV 与 8 点皮质醇 (PTC)、促肾上腺皮质激素 (ACTH)、24 小时尿游离皮质醇 (24hUFC)、去甲肾上腺素、收缩压 (SBP)、舒张压 (DBP)、UA 正相关, 矫正体重后, T-AGV 与肾上腺激素水平及各生化指标均无相关性。与肾素活性 (PRA)、醛固酮 (ALD)、FBG、甘油三酯 (TG)、总胆固醇 (TC)、低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-L)、高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C)、血钾水平无明显相关性。**结论** 本研究建立了肾上腺测量参数参考值范围, 为后续探索肾上腺测量在肾上腺疾病诊治中的应用提供基线数据。T-AGV 与体重密切相关, 在对肾上腺测量值进行分析时, 需考虑体重影响因素。

【关键词】 肾上腺体积; 半自动体积测量法; 肾上腺激素; 代谢综合征

【中图分类号】 R586 **【文献标志码】** A **DOI:** 10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2022. 09. 013

CT measurement of adrenal glands in healthy adults

LIU Fengjiao^{1,2}, CHEN Tao¹, XIE Wei³, MA Lifan^{1,4}, ZAHG Guofu⁵, SUN Huaiqiang³, REN Yan¹, TIAN Haoming¹

(1. Department of Endocrinology and Metabolism, Center for Diagnosis and Treatment of Adrenal Diseases, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China;

2. Department of Endocrinology and Metabolism, Xiangyang Central Hospital, Hubei University of Arts and Sciences, Xiangyang 441000, Hubei, China;

3. Department of Radiology, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China;

4. Department of Endocrinology and Metabolism, Baoji Central Hospital, Baoji 721008, Shanxi, China;

5. Department of Laboratory Medicine, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China)

【Abstract】 Objective To provide the reference values of adrenal measurement parameters in healthy adults, explore the relationship between adrenal volume (AGV) and anthropometric parameters, and establish an AGV prediction model. To analyze the relationship between AGV and adrenal hormones, blood pressure, fasting blood glucose (FBG),

基金项目: 四川省科技厅项目 (2017FZ0066); 四川大学华西医院学科卓越发展 1.3.5 工程项目 (ZYGD18022)

通信作者: 陈涛, E-mail: dr.chentao@qq.com

引用本文: 刘凤娇, 陈涛, 谢薇, 等. 健康成人肾上腺 CT 测量值的建立及意义 [J]. 西部医学, 2022, 34(9): 1318-1323. DOI: 10. 3969/j. issn.

blood lipid and uric acid (UA) in healthy adults. **Methods** 105 healthy volunteers (HVs) randomly recruited in Chengdu from 2018 to 2019 were included. Age, sex, height, weight, waistline, body mass index (BMI), body surface area (BSA), blood pressure and other information of them were collected. FBG, blood lipids, UA and adrenal hormones were measured in the laboratory department of West China Hospital of Sichuan University, and adrenal CT scan was performed. Based on medical digital imaging and communication (DICOM) images, the contour of adrenal gland was depicted manually, and the AGV was calculated by semi-automatic volumetric method. SPSS 23 statistical software was used for statistical analysis. **Results** The 95% reference range of left adrenal mean limb width (ALW) and right ALW were 0.27-0.57cm and 0.22-0.49cm, respectively. The 95% reference ranges of left AGV (L-AGV), right AGV (R-AGV) and total AGV (T-AGV) were 1.86-5.08 cm³, 1.21-4.36 cm³ and 3.30-9.21 cm³, respectively. 95% reference values of left and right ALW ratio (L/Rw) and left and right adrenal volume ratio (L/Rv) were 0.76-1.66 and 0.73-1.91, respectively. Male T-AGV was greater than female ($P < 0.0001$). Including demographic parameters and adrenal measurement parameters, the prediction model of AGV was established by multiple linear stepwise regression analysis, L-AGV (cm³) = 0.199 * length (cm) + 0.495 * height (cm) + 3.359 * ALW (cm) + 0.037 * body weight (kg) - 2.128, adjusted R² was 0.663; R-AGV (cm³) = 0.414 * length (cm) + 0.552 * height (cm) + 3.595 * ALW (cm) + 0.024 * body weight (kg) - 2.857, adjusted R² was 0.579. T-AGV was positively correlated with 8 a. m. cortisol (PTC), adrenocorticotropin (ACTH), 24-hour urinary free cortisol (24hUFC), norepinephrine, systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP) and UA. After weight correction, the correlation between T-AGV and those biochemical indexes was disappeared. There was no significant correlation with renin activity (PRA), aldosterone (ALD), FBG, triglyceride (TG), total cholesterol (TC), low density lipoprotein cholesterol (LDL-C), high density lipoprotein cholesterol (HDL-C) and serum potassium. **Conclusion** This study established the reference range of adrenal measurement parameters, providing baseline data for the follow-up exploration of the application of adrenal measurement in the diagnosis and treatment of adrenal diseases. T-AGV was closely related to body weight, and the influencing factors of body weight should be considered in the analysis of adrenal measurement values.

【Key words】 AGV; Semi-automatic volumetric method; Adrenal hormones; Metabolic syndrome

肾上腺测量可量化评估肾上腺大小,对比两侧肾上腺差异,从而辅助肾上腺疾病的诊断和病情评估^[1-3]。同时有研究发现一些非肾上腺疾病患者的肾上腺也有增大^[4-9]。目前肾上腺肢体宽度及 AGV 数据均来自于小样本研究或未进行肾上腺激素评估的回顾性研究,纳入人群多为住院患者,各研究中心测量方法存在差异^[10-13],目前广泛应用 Vicent 等^[14]的数据标准,但其对国内人群并不适用^[15-16]。为此,本研究对肾上腺激素评估后的健康成人肾上腺进行长、宽、高、ALW 及 AGV 测量,分析 AGV 与肾上腺激素水平、血压、糖脂代谢、尿酸代谢的关系,以便为后续探索肾上腺测量在肾上腺疾病诊治中的应用提供基线数据,并利用人口学参数及肾上腺测量参数建立 AGV 预测公式,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2018 年~2019 年于成都地区随机招募志愿者 137 名,询问病史均否认有高血压、低血钾、糖尿病、肿瘤、结核、抑郁症、自身免疫性疾病等慢性病史及内分泌疾病病史,近期无急性病史及激素类药物服用史。完善查血及肾上腺 CT 检查后排除 4 人肾上腺活性醛固酮比值 (ARR) > 30 ng/dl/ng/mL/h 且 ALD > 15 ng/dl, 1 人哮喘, 4 人空腹血糖 > 7 mmol/L, 1 人

PRA > 12 ng/mL/h, 5 人未完成检查, 17 人肾上腺轮廓不清。最终纳入 105 名志愿者, 纳入标准: ① 18~70 岁健康志愿者。② 愿意签署知情同意书。排除标准: ① 有高血压、低血钾、糖尿病、肿瘤、结核、抑郁症、自身免疫性疾病等慢性病史及内分泌疾病病史。② 近期有急性病史, 有口服或外用糖皮质激素史, 女性口服雌激素、避孕药或安置释放性激素避孕环史。③ 血常规、肝肾功能、电解质、血糖检查异常。④ 肾上腺激素检测异常, 复查仍为异常: PRA 大于 12 ng/mL/h, ARR 大于 30 ng/dl/ng/mL/h 且醛固酮大于 15 ng/dL, 1 mg 地塞米松过夜抑制试验后次日晨 8 点 PTC 大于 50 mmol/L, 血儿茶酚胺大于 2 倍正常上限值。⑤ 肾上腺 CT 可见大于 1 cm 的占位或结节样增生。⑥ 肾上腺轮廓不清楚。⑦ 中途退出未完成检查。

1.2 检测指标 测量志愿者身高、体重、腰围、血压, 计算 BMI、BSA, 抽早晨 8 点空腹血于四川大学华西医院检验科检测血常规、肝肾功能、电解质、血糖、血脂、尿酸、PTC、ACTH、去甲肾上腺素、肾上腺素水平, 早餐后立位活动 2 h 再静坐 15 min 抽血检测 PRA 及 ALD 水平, 检测 24 小时 UFC 及 1 mg 地塞米松过夜抑制后晨 8 点 PTC 水平。

$BMI(kg/m^2) = \text{体重}(kg) / \text{身高}^2(m^2)$

$BSA(m^2) = 0.0061 \times \text{身高}(cm) + 0.0128 \times \text{体重}(kg) - 0.1529$

1.3 肾上腺 CT 扫描及测量 采用德国西门子 SOMATOM Definition Flash CT 扫描仪,由同一影像医师进行肾上腺 CT 平扫,重建图像厚度为 1 mm。

1.3.1 肾上腺长高及肢体宽度测量 在肾上腺最大横断面上沿肾上腺长轴测量肾上腺长度,于肾上腺体部或内外侧肢垂直最宽处测量肾上腺 LW(图 1),每个测量点均测 3 次,取平均值得到肾上腺体部宽度、内肢宽度、外肢宽度,计算 3 者平均值为 ALW。冠状面选取最大面测量肾上腺头侧至尾侧高度。

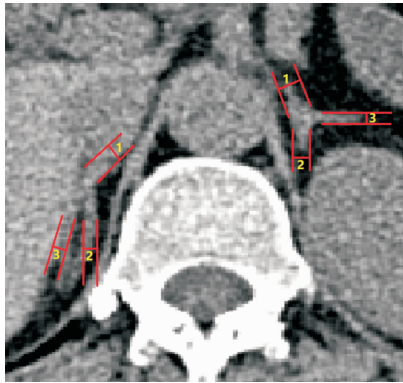


图 1 肾上腺肢体测量

Figure 1 Adrenal limb and body measurement

注:1. 体部宽度;2. 内侧肢体宽度;3. 外侧肢体宽度

1.3.2 肾上腺体积测量 利用影像软件(ITK-SNAP

3.6)人工描绘各横断面肾上腺轮廓,半自动分割法测量 AGV,见图 2。

1.4 统计学分析 采用 SPSS 23 软件进行统计学分析。采用 Kolmogorov-Smirnov 分析检验数据是否符合正态分布,符合正态分布的计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示。Levene 分布检验方差齐性。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。采用 t 检验分析肾上腺测量值的性别差异及左右侧差异。采用双变量(person)相关分析 AGV 与年龄、身高、体重、腰围、BMI、体表面积 BSA 的关系,用多元线性回归分析肾上腺体积与各参数的独立关系。利用人体测量参数及肾上腺测量参数通过多元逐步线性回归分析建立 AGV 预测模型。采用双变量相关分析(Person, Spearman)肾上腺体积与 8 点皮质醇、24 小时尿游离皮质醇、1 mg 地塞米松过夜抑制后 8 点 PTC、PRA、ALD、ARR、ACTH、去甲肾上腺素、肾上腺素、空腹血糖、血脂(TG、TC、LDL-C、HDL-C)及 UA 的关系。

2 结果

2.1 研究对象的一般临床特征 105 名志愿者中男性 53 名,女性 52 名,年龄 18~70 岁,平均 (43.1 ± 13.5) 岁;身高 149~187 cm,平均 (164.0 ± 7.9) cm;体重 44~120 kg,平均 (63.7 ± 11.8) kg;腰围 60~120 cm,平均 (81.2 ± 10.3) cm;BMI $18.2 \sim 37.9$ kg/m²,平均 (23.6 ± 3.3) kg/m²;BSA $1.36 \sim 2.47$ m²,平均 (1.66 ± 0.19) m²。见表 1。

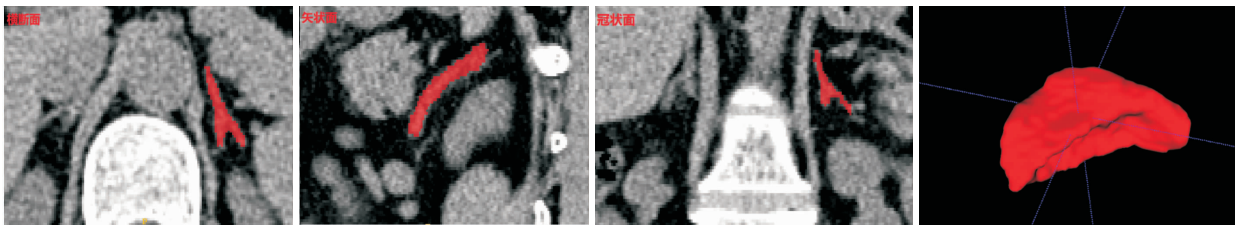


图 2 半自动分割测量肾上腺体积

Figure 2 Adrenal volume measured by semi-automatic segmentation

表 1 健康志愿者一般特征 $(\bar{x} \pm s)$

Table 1 General characteristics of healthy volunteers

项目	男性	女性
人数	53	52
年龄(岁)	41.30±13.20	45.00±13.70
身高(cm)	169.30±6.60	158.60±5.00 ^①
体重(kg)	70.70±17.70	56.60±6.70 ^①
BMI(kg/m ²)	24.60±3.40	22.50±2.80 ^①
腰围(cm)	85.40±10.10	76.90±8.80 ^①
BSA(m ²)	1.78±0.17	1.54±0.10 ^①

注:与男性相比,①P<0.01

2.2 肾上腺测量值

2.2.1 左右侧肾上腺长、高、ALW 测量值 95% 参考值范围及差异比较 左右肾上腺长、高、ALW 的 95% 参考值范围,见表 2。左侧肾上腺内肢、外肢、体部、ALW 大于右侧肾上腺,长小于右侧肾上腺,(均 $P < 0.05$);左右两侧肾上腺高度差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 3。L/Rw 为 1.21 ± 0.23 ,95% 参考值范围 $0.76 \sim 1.66$ 。

2.2.2 AGV95% 参考值范围及左右侧差异比较 L-AGV、R-AGV、T-AGV 分别为 (3.47 ± 0.82) cm³、

表 2 左右侧肾上腺长、高、肢体宽度 95% 参考值范围 (cm)

Table 2 95% reference ranges of adrenal length, height and limb width

项目	左肾上腺	右肾上腺
内肢	0.18~0.60	0.15~0.45
外肢	0.14~0.43	0.12~0.40
体部	0.31~0.84	0.25~0.73
平均肢体宽度	0.27~0.57	0.22~0.49
长	1.66~4.61	2.24~4.60
高	1.37~3.65	1.66~3.50

表 3 左右侧肾上腺长、高、肢体宽度差异比较 ($\bar{x} \pm s$, cm)

Table 3 Comparison of adrenal length, height and limb width between left and right sides

项目	左肾上腺	右肾上腺	P
内肢	0.39±0.11	0.30±0.08	<0.0001
外肢	0.28±0.07	0.26±0.07	0.02
体部	0.57±0.14	0.49±0.12	<0.0001
平均肢体宽	0.42±0.08	0.37±0.07	<0.0001
长	3.14±0.75	3.42±0.60	<0.0001
高	2.51±0.58	2.58±0.47	0.267

(2.79±0.80) cm³、(6.25±1.51) cm³, 95% 参考值范围分别为 (1.86~5.08) cm³、(1.21~4.36) cm³、(3.30~9.21) cm³。L-AGV 大于 R-AGV (P<0.0001), 见图 3。

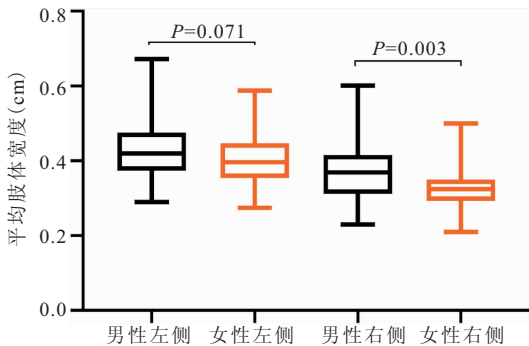


图 4 男女性肾上腺肢体宽度及体积差异

Figure 4 Differences in adrenal limb width and volume between male and female

2.3 T-AGV 与人体测量参数关系 T-AGV 与身高、体重、BMI、腰围、BSA 呈正相关 (均 P<0.0001), 见图 5。与年龄无明显相关性 (r=-0.044, P=0.473)。

2.4 AGV 预测公式 以性别、身高、体重、BMI、腰围、BSA、肾上腺长、高、ALW 为预测因子利用多元线性逐步回归分析建立 AGV 预测公式。得到 AGV 预测公式, L-AGV (cm³) = 0.199 × 长 (cm) + 0.495 × 高 (cm) + 3.359 × ALW (cm) + 0.037 × 体重 (kg) - 2.128, 调整后 R² 为 0.663; R-AGV (cm³) = 0.414 × 长 + 0.552 × 高 + 3.595 × ALW + 0.024 × 体重 - 2.857, 调整后 R² 为 0.579。

2.5 T-AGV 与肾上腺激素水平、血压、血糖、血脂、UA 的关系 T-AGV 与 8 点 PTC (r=0.335, P=0.001)、ACTH (r=0.308, P=0.002)、24 小时 UFC

L/Rv 为 1.32±0.30, 95% 参考值范围 0.73~1.91。

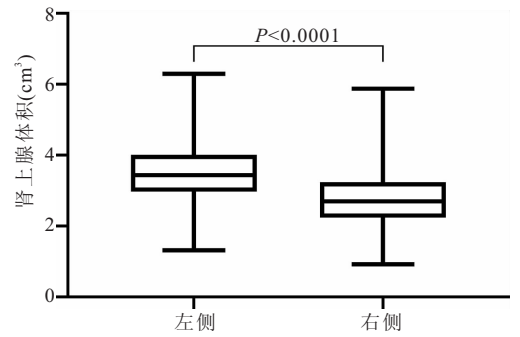
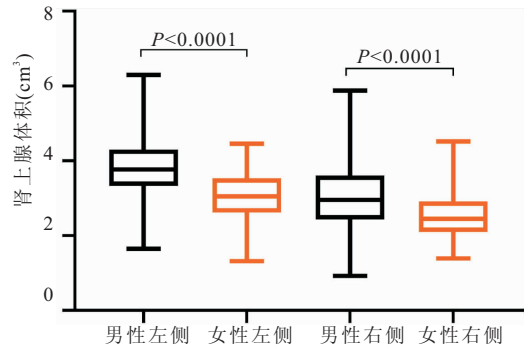


图 3 左右侧肾上腺体积

Figure 3 Adrenal gland volume of the left and right

2.2.3 不同性别肾上腺 ALW 及 AGV 比较 男性右侧 ALW (0.37±0.07) cm 大于女性 (0.33±0.06) cm (P=0.003), 但男性及女性左侧 ALW 差异无统计学意义 [(0.43±0.08) cm, (0.4±0.07) cm, P=0.071]; 男性 L-AGV、R-AGV、T-AGV (3.85±0.8) cm³、(3.08±0.64) cm³、(6.93±1.54) cm³ 大于女性 (3.08±0.64) cm³、(2.49±0.62) cm³、(5.56±1.12) cm³ (P<0.0001), 见图 4。



(r=0.371, P<0.0001)、去甲肾上腺素 (r=0.244, P=0.013)、SBP (r=0.358, P=0.002)、DBP (r=0.402, P<0.0001)、UA (r=0.375, P<0.0001) 正相关, 矫正体重后, T-AGV 与肾上腺激素水平及各生化指标均无相关性。与 PRA、ALD、FBG、血脂水平 (TG、TC、LDL-C、HDL-C)、血钾水平无明显相关性。

3 讨论

本研究发现左右侧肾上腺长分别为 (3.14±0.75) cm、(3.42±0.60) cm, 高分别为 (2.51±0.58) cm、(2.58±0.47) cm, 与 Wang 等^[17] 研究中的结果相比, 长偏大、高偏小; 本研究中左右肾上腺 ALW 分别为 (0.42±0.08) cm、(0.37±0.07) cm, 既往研究中均单独测量体部、内肢、外肢, 未计算 ALW。AGV 测量重复性高于肢体测量, 更适用于评估肾上腺大

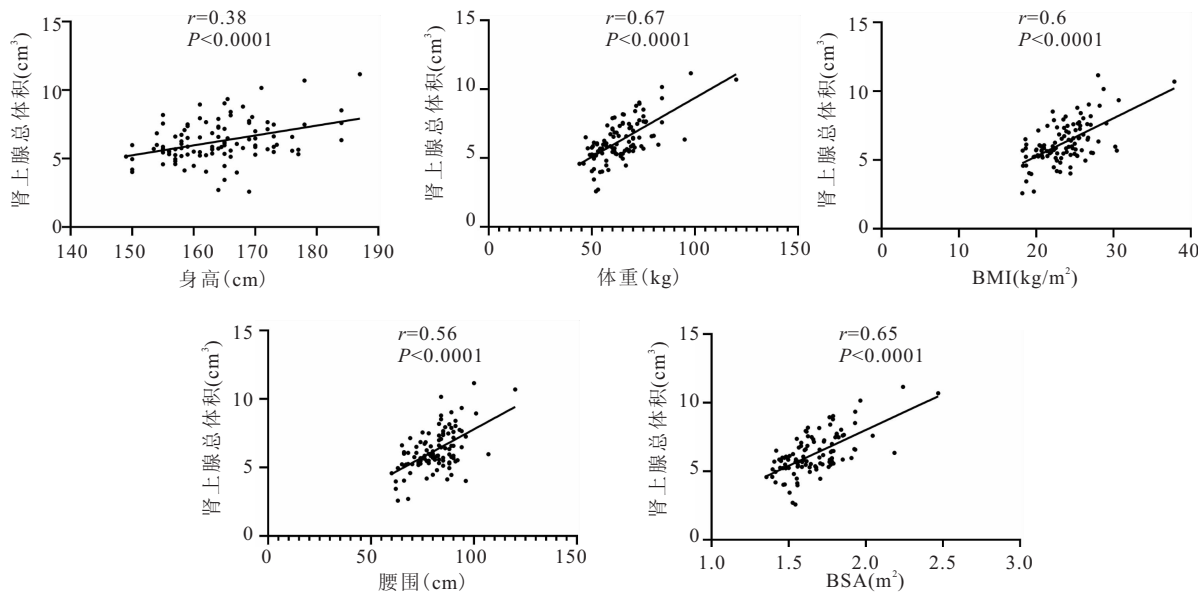


图 5 肾上腺总体积与人体测量参数相关分析

Figure 5 Correlation analysis between total adrenal volume and anthropometric parameters

小。本研究者中健康受试者 T-AGV 为 $(6.25 \pm 1.53) \text{ cm}^3$ ，比过往研究^[17-22] 人群的 AGV 小，这些研究中 T-AGV 平均值为 $(4.80 \sim 8.50) \text{ cm}^3$ ，这些差异可能跟因纳入人群、所采用的 CT 技术及扫描厚薄不同等有关。本研究纳入研究对象为前瞻性招募的健康志愿者，通过询问病史排除了可能影像肾上腺形态的疾病患者，且通过肾上腺激素检测排除了激素异常者，尽量控制了可能影响肾上腺体积的因素。

本研究中健康成人左侧肾上腺大于右侧肾上腺，这在既往研究中已发现^[13,17-22]，但既往研究未对左右侧肾上腺差异大小程度如左右侧比值进行统计。在本研究小组的前期工作中发现 PA 患者 L/Rv 及 L/Rw 有助于 PA 分型，L/Rv 大于 1.908 或小于 0.765 的 PA 患者，术前可无需行 AVS^[1,3]。本研究中得到健康成人 L/Rw 为 1.21 ± 0.23 ，95% 参考值范围 0.76~1.66；L/Rv 为 1.32 ± 0.30 ，95% 参考值范围 0.73~1.91，可为左右比值在 PA 分型诊断中的应用提供参考。

本研究同既往研究一致的是，男性 AGV 大于女性^[17-22]，AGV 与体重^[17-18,21-22]、身高^[17,21]、BMI^[19-20]、BSA^[17,19,21] 成正比，与年龄无明显相关性^[17-18]。但有学者发现 AGV 与年龄有关^[20]，56 岁后肾上腺体积缩小^[22]，在 20~ 与 40~ 至 50~ 年龄段呈现缓升及缓降后再上升趋势变化^[14]。本研究以上述相关因子及肾上腺测量参数为预测因子利用多元线性逐步回归建立了 AGV 预测模型，人体学参数中仅体重被纳入，体重是肾上腺体积的重要影响因素。

AGV 和 24 小时 UFC 都可作为 HPA 轴功能的

测定指标^[23]，HPA 轴活跃促进皮质醇分泌，可促进脂肪的中心性分布^[24]，同时内脏脂肪可能介导 HPA 轴的激活^[25]，本研究中 AGV 与 PTC 分泌相关与此一致。本研究还发现 AGV 与血压、尿酸相关，但未发现与其他糖脂代谢指标相关。矫正体重后，这些相关性均消失。正常成人 AGV 与代谢及血压存在联系，可能均为肥胖引起的继发性改变，但不排除肥胖通过刺激肾上腺激素分泌如 PTC 及去甲肾上腺素导致的上述代谢指标变化，其确切关联需进一步探索。

既往研究发现肥胖患者 ALD 升高，减肥后 ALD 降低^[26]。本研究发现体重是 AGV 的重要影响因素，但 AGV 与 ALD 浓度之间无显著相关关系。该现象说明在健康人群，肾上腺分泌 ALD 的能力可能跟其大小无关。但在原发性患者或 PA 患者，肾上腺分泌 ALD 的能力与 AGV 的关系，目前还不得而知。

本研究存在的局限性：①本研究为针对健康成人的横断面研究，无法论证因果关系。②本研究样本量较小，所得 AGV 预测公式未进行外部验证。③本研究中对志愿者近期饮食及生活状态未做严格限定，但采血前均未限制钠盐摄入，采血当日均进食相同食物，立位 2 h，再静坐 15 min 后采血化验血浆 PRA 及 ALD，这样可以尽量避免干扰因素对结果的影响。④基于 CT 图像的半自动测量法测量 AGV，由于毗邻器官较多，且右侧肾上腺与肝脏连接紧密，描绘肾上腺轮廓会存在一定偏差，但既往对测量结果一致性研究发现，AGV 测量在一个有经验和无经验的医师之间测量重复性也很好^[19-20]。

4 结论

本研究提供了基于肾上腺激素评估的健康成人肾上腺测量参数及 L/Rw、L/Rv 参考值,建立了 AGV 预测模型,健康成人 AGV 与 ALD 分泌无关,与 PTC 分泌及血压、尿酸水平呈正相关,但均为体重介导。本研究结果可为今后肾上腺病理影像分析提供参考。

【参考文献】

- [1] LI S, REN Y, ZHU Y, *et al.* The potential clinical application of a lower bilateral adrenal limb width ratio (L/Rw) in patients with bilateral primary hyperaldosteronism [J]. *Endocr Pract*, 2019, 25(8):830-835.
- [2] 温胜兰. 肾上腺体积在鉴别特发性醛固酮增多症与醛固酮腺瘤中的应用价值[D]. 郑州:郑州大学,2019.
- [3] LI S, SUN H, MA L, *et al.* Left-versus-right-adrenal-volume ratio as a screening index before adrenal venous sampling to identify unilateral primary aldosteronism patients [J]. *J Hypertens*, 2020, 38(2):347-353.
- [4] MONGARDON N, SAVARY G, GERI G, *et al.* Prognostic value of adrenal gland volume after cardiac arrest: Association of CT-scan evaluation with shock and mortality [J]. *Resuscitation*, 2018, 129:135-140.
- [5] MINAMI T, TACHIKAWA R, MATSUMOTO T, *et al.* Adrenal gland size in obstructive sleep apnea: Morphological assessment of hypothalamic-pituitary-adrenal axis activity [J]. *Plos One*, 2019, 14(9): e0222592.
- [6] HU M, YIP R, YANKELEVITZ D Y, *et al.* CT screening for lung cancer: Frequency of enlarged adrenal glands identified in baseline and annual repeat rounds [J]. *European Radiology*, 2016, 26(12):4475-4481.
- [7] JUNG B, NOUGARET S, CHANQUES G, *et al.* The absence of adrenal gland enlargement during septic shock predicts mortality [J]. *Anesthesiology*, 2011, 115(2):334-343.
- [8] 田勃,张诗婷,高洪伟,等. 双侧肾上腺病变 260 例病因分析[J]. *中华医学杂志*, 2019, 99(16):1246-1250.
- [9] 李晓燕,吕发金,杨全. 多层螺旋 CT 观察 COVID-19 患者肾上腺的形态学变化[J]. *中华内分泌外科杂志*, 2020, 14(5):387-392.
- [10] 许凤英,巩若箴. 正常肾上腺各部分径线的 MSCT 测量研究[J]. *医学影像学杂志*, 2019, 28(7):1155-1159.
- [11] 曲祉璇. CT 对肾上腺增生的诊断价值分析[J]. *中国医药指南*, 2019, 17(15):78.
- [12] John R, Putta T, Simon B, *et al.* Normal adrenal gland thickness on computerized tomography in an Asian Indian adult population [J]. *Indian J Radiol Imaging*, 2018, 28(4):465-469.
- [13] Gurun E, Kaya M, Gurun K H. Evaluation of Normal Adrenal Gland Volume and Morphometry and Relationship with Waist Circumference in an Adult Population Using Multidetector Computed Tomography [J]. *Sisli Etfal Hastan Tip Bul*, 2021, 55(3):333-338.
- [14] VINCENT J M, MORRISON I D, ARMSTRONG P, *et al.* The size of normal adrenal glands on computed tomography [J]. *Clinical Radiology*, 1994, 49(7):453-455.
- [15] 方文强,陈克敏,徐学勤. 肾上腺弥漫性增生的 CT 诊断[J]. *中国医学计算机成像杂志*, 2005, 11(4):262-264.
- [16] TANG Y Z, BHARWANI N, MICCO M, *et al.* The prevalence of incidentally detected adrenal enlargement on CT [J]. *Clin Radiol*, 2014, 69(1): e37-e42.
- [17] WANG X, JIN Z Y, XUE H D, *et al.* Evaluation of normal adrenal gland volume by 64-slice CT [J]. *Chin Med Sci J*, 2012, 27(4):220-224.
- [18] 姚庆东. 多层螺旋 CT 半自动法在肾上腺体积测量中的初步研究 [D]. 浙江温州:温州医科大学,温州医学院,2013.
- [19] SCHNELLER J, REISER M, BEUSCHLEIN F, *et al.* Linear and volumetric evaluation of the adrenal gland—mdct-based measurements of the adrenals [J]. *Acad Radiol*, 2014, 21(11):1465-1474.
- [20] CARSIN-VU A, OUBAYA N, MULE S, *et al.* MDCT linear and volumetric analysis of adrenal glands: Normative data and multiparametric assessment [J]. *Eur Radiol*, 2016, 26(8):2494-2501.
- [21] NOUGARET S, JUNG B, AUFORT S, *et al.* Adrenal gland volume measurement in septic shock and control patients: A pilot study [J]. *Eur Radiol*, 2010, 20(10):2348-2357.
- [22] 唐勇,刘凤梅,龚柳燕,等. MSCT 对健康成人肾上腺体积的测量研究[J]. *医学影像学杂志*, 2015, 25(7):1239.
- [23] GOLDEN S H, WAND G S, MALHOTRA S, *et al.* Reliability of hypothalamic-pituitary-adrenal axis assessment methods for use in population-based studies [J]. *European Journal of Epidemiology*, 2011, 26(7):511-525.
- [24] RICHTER A, STAPEL B, HEITLAND I, *et al.* Epicardial adipose tissue and adrenal gland volume in patients with borderline personality disorder [J]. *J Psychiatr Res*, 2021, 144:323-330.
- [25] VICENNATI V, GARELLI S, RINALDI E, *et al.* Cross-talk between adipose tissue and the hpa axis in obesity and overt hypercortisolemic states [J]. *Horm Mol Biol Clin Investig*, 2014, 17(2):63-77.
- [26] BERNEY M, VAKILZADEH N, MAILLARD M, *et al.* Bariatric Surgery Induces a Differential Effect on Plasma Aldosterone in Comparison to Dietary Advice Alone [J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2021, 5(12):745045.

(收稿日期: 2021-09-25; 修回日期: 2021-12-25; 编辑: 张翰林)