

超声心动图评估心尖肥厚型心肌病左心房结构与功能的临床价值分析

周圆圆

扬州大学医学院临床医学系, 江苏 扬州

收稿日期: 2025年2月21日; 录用日期: 2025年3月14日; 发布日期: 2025年3月25日

摘要

目的: 利用实时三维超声心动图(RT-3DE)联合二维斑点追踪技术(2D-STI)对心尖肥厚型心肌病(AHCM)患者的左心房结构与功能进行全面评估, 并探讨这些变化与临床指标的相关性。通过对比AHCM患者与健康对照组的差异, 为AHCM的临床诊断、治疗及预后评估提供新的依据。方法: 本研究纳入了2022年1月至2024年1月在XX医院接受治疗的150例AHCM患者作为研究组, 同时选择同期在该医院接受体检的150例健康人作为对照组。研究采用飞利浦EPIQ 7C高端彩色多普勒超声诊断系统, 结合S5-1及X5-1型号的二维与三维经胸超声探头, 对研究对象进行超声检查。通过RT-3DE技术测量左心房的容积参数, 包括最大左心房容积(LAVmax)、最小左心房容积(LAVmin)等, 并通过2D-STI技术评估左心房的心肌应变率参数, 如左房储器期应变(LASr)、左房管道应变(LAScd)等。同时, 收集研究对象的年龄、性别、体表面积(BSA)、血压、体重指数(BMI)等一般资料, 并进行血常规、生化指标等实验室检测。采用SPSS 23.0软件进行统计分析, 比较两组间的差异, 并探讨相关性。结果: AHCM组患者的年龄显著高于对照组($P < 0.001$), 心率(HR)也显著升高($P < 0.001$)。在左心房结构方面, AHCM组患者的左心房直径(LAD)、左心房长度(LAL)、左心房厚度(LAT)、LAVmax、LAVmin及左心房容积指数(LAVI)均显著大于对照组($P < 0.05$)。在左心房功能方面, AHCM组患者的左心房射血分数(LAEF)、左心房被动排空分数(LAPEF)及左心房主动排空分数(LAAEF)均显著低于对照组($P < 0.05$), 而左心房收缩容积(LASV)则显著增加($P < 0.001$)。此外, AHCM组患者的LASr和LAScd显著高于对照组($P < 0.05$), 左心房峰值储备应变率(pLASRr)和左心房收缩期峰值应变率(pLASRcd)的绝对值也显著高于对照组($P < 0.05$)。相关性分析显示, LAEF与pLASRc和pLASRcd呈正相关($P < 0.001$), LAAEF与pLASRr和pLASRcd呈正相关($P < 0.001$), 而LAPEF与pLASRc和pLASRr呈正相关($P < 0.001$)。亚组分析显示, NYHA III~IV级患者的左心房功能参数显著低于NYHA I~II级患者($P < 0.05$), 且心肌应变率参数存在显著差异($P < 0.05$)。重复性检验结果显示, LAEF和pLASRct的测量结果具有良好的重复性($P > 0.05$)。结论: AHCM患者左心房的结构与功能均发生了显著变化, 具体表现为左心房容积增大、形态异常以及功能减退等。同时, 心肌应变率参数与左心房功能指标之间存在显著相关性, 提示心肌应变率参数可用于评估AHCM患者左心房功能的改变。这些发现不仅丰富了对AHCM病理生理机制的认识, 也为临床诊断和治疗提供了新的视角和依据。未来研究可进一步探讨AHCM患者左心房结构与功能变化的机制及其与临床预后的关系, 为制定更加精准的治疗方案提供科学依据。

关键词

心尖肥厚型心肌病, 左心房结构, 左心房功能, 实时三维超声心动图, 二维斑点追踪技术

Clinical Value Analysis of Echocardiographic Evaluation of Left Atrial Structure and Function in Apical Hypertrophic Cardiomyopathy

Yuanyuan Zhou

Department of Clinical Medicine, School of Medicine, Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu

Received: Feb. 21st, 2025; accepted: Mar. 14th, 2025; published: Mar. 25th, 2025

Abstract

Objective: To comprehensively assess the structural and functional changes of the left atrium in patients with apical hypertrophic cardiomyopathy (AHCM) using real-time three-dimensional echocardiography (RT-3DE) combined with two-dimensional speckle tracking imaging (2D-STI), and to explore the correlations between these changes and clinical indicators. By comparing the differences between AHCM patients and healthy controls, this study aims to provide new evidence for the clinical diagnosis, treatment, and prognosis assessment of AHCM. **Methods:** This study enrolled 150 AHCM patients treated at XX Hospital from January 2022 to January 2024 as the study group, and 150 healthy individuals who underwent physical examinations at the same hospital during the same period as the control group. The Philips EPIQ 7C premium color Doppler ultrasound diagnostic system, equipped with S5-1 and X5-1 two-dimensional and three-dimensional transthoracic ultrasound probes, was used to perform ultrasound examinations on the study subjects. RT-3DE technology was employed to measure left atrial volume parameters, including maximum left atrial volume (LAVmax) and minimum left atrial volume (LAVmin). Meanwhile, 2D-STI technology was utilized to assess left atrial myocardial strain rate parameters, such as left atrial reservoir strain (LASr) and left atrial conduit strain (LAScd). Additionally, general information, including age, gender, body surface area (BSA), blood pressure, and body mass index (BMI), was collected, and laboratory tests for blood routine and biochemical indicators were conducted. Statistical analysis was performed using SPSS 23.0 software to compare differences between the two groups and explore correlations. **Results:** Patients in the AHCM group had significantly higher age ($P < 0.001$) and heart rate (HR) ($P < 0.001$) compared to the control group. In terms of left atrial structure, the left atrial diameter (LAD), left atrial length (LAL), left atrial thickness (LAT), LAVmax, LAVmin, and left atrial volume index (LAVI) were significantly greater in the AHCM group than in the control group (all $P < 0.05$). Regarding left atrial function, the left atrial ejection fraction (LAEF), left atrial passive emptying fraction (LAPEF), and left atrial active emptying fraction (LAAEF) were significantly lower in the AHCM group than in the control group (all $P < 0.05$), while the left atrial systolic volume (LASV) was significantly increased ($P < 0.001$). Furthermore, the LASr and LAScd were significantly higher in the AHCM group than in the control group ($P < 0.05$), and the absolute values of peak left atrial reservoir strain rate (pLASRr) and peak left atrial contraction strain rate (pLASRcd) were also significantly higher in the AHCM group ($P < 0.05$). Correlation analysis revealed positive correlations between LAEF and pLASRc, pLASRcd (both $P < 0.001$), between LAAEF and pLASRr, pLASRcd (both $P < 0.001$), and between LAPEF and pLASRc, pLASRr (both $P < 0.001$). Sub-group analysis showed that left atrial functional parameters were significantly lower in NYHA III~IV patients compared to NYHA I~II patients (all $P < 0.05$), with significant differences in myocardial strain rate parameters ($P < 0.05$). Reproducibility test results indicated good repeatability for the measurements of LAEF and pLASRc (both $P > 0.05$). **Conclusion:** Significant changes have occurred in

the structure and function of the left atrium in AHCM patients, manifested as increased left atrial volume, morphological abnormalities, and functional impairment. Meanwhile, there is a significant correlation between myocardial strain rate parameters and left atrial functional indicators, suggesting that myocardial strain rate parameters can be used to assess left atrial function in AHCM patients. These findings not only enrich our understanding of the pathophysiological mechanisms of AHCM but also provide new perspectives and evidence for clinical diagnosis and treatment. Future studies can further explore the mechanisms underlying the structural and functional changes of the left atrium in AHCM patients and their relationship with clinical prognosis, providing a scientific basis for developing more precise treatment plans.

Keywords

Apical Hypertrophic Cardiomyopathy, Left Atrial Structure, Left Atrial Function, Real-Time Three-Dimensional Echocardiography, Two-Dimensional Speckle Tracking Imaging

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

心尖肥厚型心肌病(Apical Hypertrophic Cardiomyopathy, AHCM)作为一种特殊的肥厚型心肌病(Hypertrophic Cardiomyopathy, HCM)类型,自1976年由日本学者 Yamaguchi 等首次报告以来,逐渐受到临床医生的广泛关注[1]。AHCM 的主要特征是心肌肥厚局限于前侧壁心尖处,而室间隔基底部通常无肥厚,且常不伴有左心室流出道动力性梗阻和压力阶差升高[2]。部分患者早期可能无明显症状,随着病情的进展, AHCM 患者可能会出现胸闷、头晕、心前区疼痛等症状,甚至可能出现心律失常、心力衰竭及猝死等严重并发症[3] [4]。因此,对 AHCM 进行早期、准确的诊断及评估其左心房结构与功能的变化,对于制定有效的治疗方案及改善患者预后具有重要意义。

近年来,随着超声心动图技术的不断发展,实时三维超声心动图(Real-Time Three-Dimensional Echocardiography, RT-3DE)和二维斑点追踪成像技术(Two-Dimensional Speckle Tracking Imaging, 2D-STI)的应用,为心脏疾病的诊断与评估提供了新的手段[5] [6]。

RT-3DE 能够直接显示心腔的立体形态,无需对心室腔进行几何学假设,因此在测量心腔容积及评估心脏功能方面具有更高的准确性和可靠性[7],二维斑点追踪成像技术是一种基于超声心动图的定量分析方法,通过追踪心肌组织中的斑点运动,能够定量分析心肌的应变及应变率,从而客观评价心肌的局部及整体功能[8]。

目前,关于 RT-3DE 联合 2D-STI 技术在评估 AHCM 患者左心房结构与功能方面的研究尚不多见。本研究旨在通过 RT-3DE 联合 2D-STI 技术,对 AHCM 患者的左心房容积、形态及心肌应变进行定量分析,探讨其在评估 AHCM 患者左心房结构与功能方面的价值。同时,本研究还将分析 AHCM 患者左心房结构与功能的变化与临床指标的相关性,以期为 AHCM 的临床诊断、治疗及预后评估提供新的参考依据,进而为临床治疗提供更为个性化的方案选择依据,从而改善患者预后。

2. 材料与方法

2.1. 研究对象

选择 2022 年 1 月至 2024 年 1 月在 XX 医院接受治疗的 150 例心尖肥厚型心肌病患者为研究对象,

选择同期在 XX 医院接受体检的 150 例健康人为对照组，所有参与者均签署了知情同意书。

2.2. 纳入和排除标准

实验组纳入标准：根据中华医学会超声医学分会超声心动图学组制定的指南[9]，经临床确诊为 AHCM 的患者。

实验组排除标准：① 非 AHCM 的心肌病患者，如梗阻性肥厚型心肌病、限制型心肌病等；② 存在冠心病、心肌梗死、严重瓣膜病、心力衰竭等严重心血管疾病的患者；③ 实时三维超声心动图或二维斑点追踪技术的图像质量不佳，无法满足评估要求的患者；④ 缺失心电图，超声图像和实验室检查等临床资料。

对照组纳入标准：① 年龄介于 18 岁至 75 岁；② 无高血压、糖尿病、心脏病等慢性疾病史；排除标准：① 有乙肝、丙肝、艾滋等病毒或其它细菌感染；② 孕妇或者哺乳期妇女。

2.3. 检测仪器

使用飞利浦 EPIQ 7C 高端彩色多普勒超声诊断系统，S5-1 及 X5-1 心脏探头，Qlab 图像后处理软件包。

2.4. 方法

收集研究对象的一般资料，包括年龄、性别、身高、体重、体表面积(BSA)、血压体重指数(BMI)，

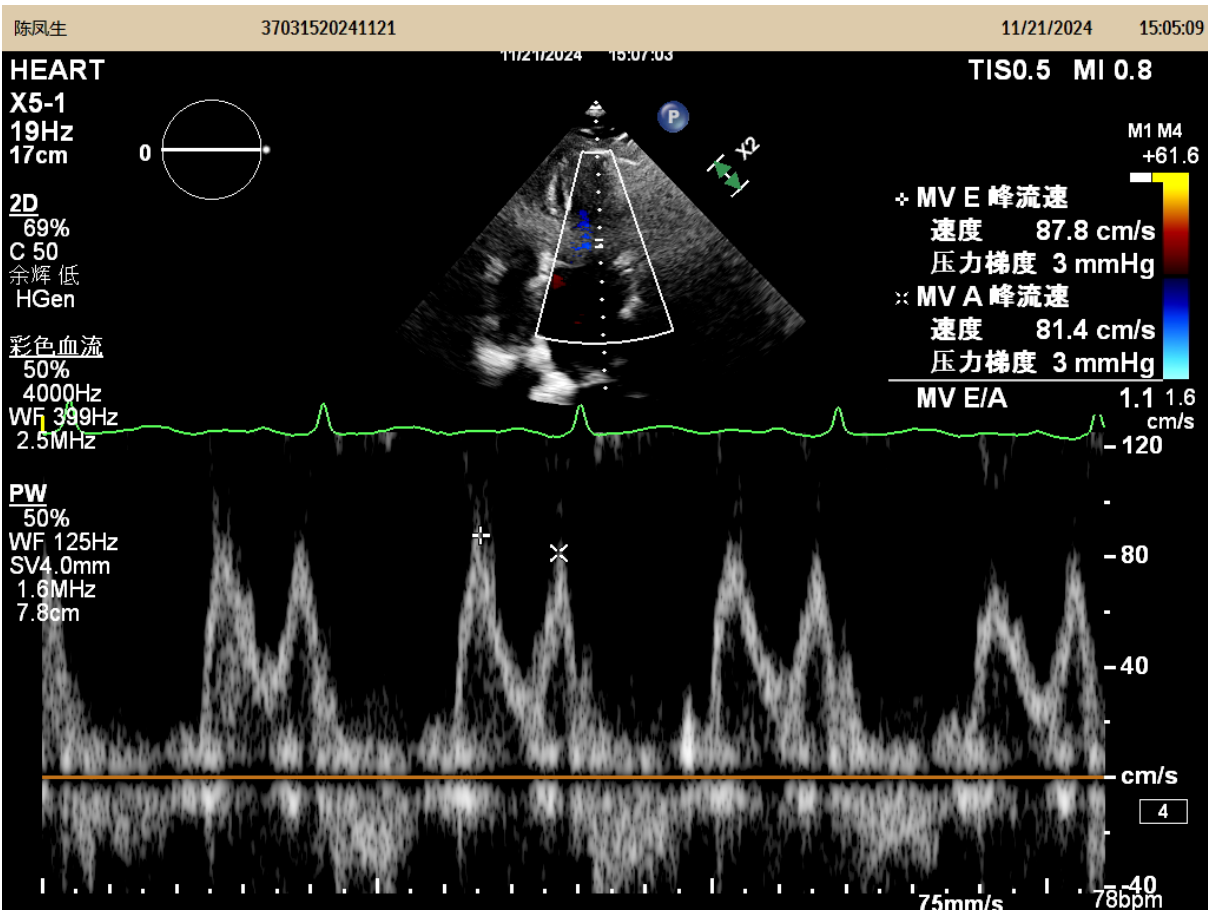


Figure 1. Mitral valve PW spectrum
图 1. 二尖瓣 PW 频谱

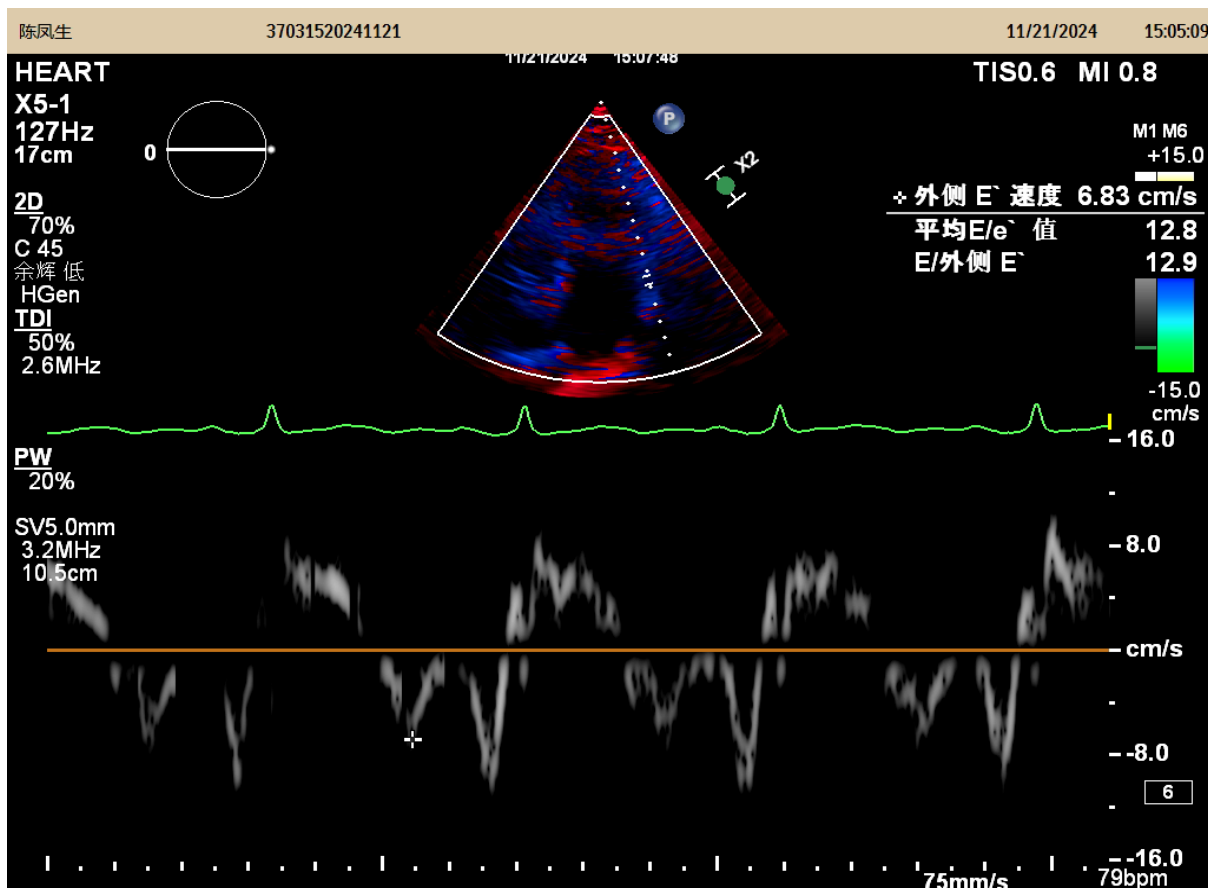


Figure 2. Mitral annulus TDI

图 2. 二尖瓣环 TDI

心率。实验室指标的测定：血常规指标包括白细胞计数、红细胞计数、血小板计数和血红蛋白含量。生化指标：低密度脂蛋白、肌酐、葡萄糖和肌钙蛋白。心率以心电图报告值为准。所有入组患者体位采用左侧卧位，于静息状态下连接心电图设备后进行超声检查，常规采集并存储了左室的长轴切面、短轴切面、心尖四腔心、两腔心以及三腔心切面图像，并采集 4 个心动周期的动态图像用于后处理。

通过二维超声测量左房前后径(Left Atrial Diameter, LAD)、左房长径(Left Atrial Length, LAL)以及左房横径(Left Atrial Transverse, LAT)，利用频谱多普勒技术细致测量并记录二尖瓣舒张早期的血流峰值速度 E 与舒张晚期的血流峰值速度 A，并进一步计算出 E/A 比值(图 1)，以评估心脏舒张功能，采用组织多普勒成像(TDI)技术进一步分析舒张功能，分别测量二尖瓣环间隔部位(E'-sep)和侧壁部位(E'-lat)的舒张早期峰值速度，计算二者的平均值(E')，并据此得出 E'/E 比值(图 2)。

在 RT-3DE HM 模式下进行心尖四腔心切面的分析，借助系统软件能够自动获取左心室射血分数 LVEFHM 和左心房容积(Maximum Left Atrial Volume) LAVmax 这两个关键参数。进入 a2DQ 软件处理模式，给出 LA 双平面左房最大容积(LAVmax)、左房最小容积(LAVmin)等关键参数，进一步计算出左房射血分数 LAEF 和左房容积指数 LAVI(图 3)。应用 2D-STI 的左房自动应变(Autostrain LA)技术，在 aCMQ(自动化心肌运动定量分析)模式的辅助下，获取到舒张末期左房的六项关键应变参数：左房储器期应变(Left Atrial Reservoir Strain, LASr)、左房管道应变(Left Atrial Conduit Strain, LAScd)、左房泵期应变(Left Atrial Contraction Strain, LASct)、左房泵期应变率(Left Atrial Contraction Strain Rate, pLASRct)，左房储器期应变率(Left Atrial Reservoir Strain Rate, pLASRr)，左房管道期应变率(Left Atrial Conduit Strain Rate, pLASRcd)(图 4)。



Figure 3. Left room volume parameters
图 3. 左房容积参数

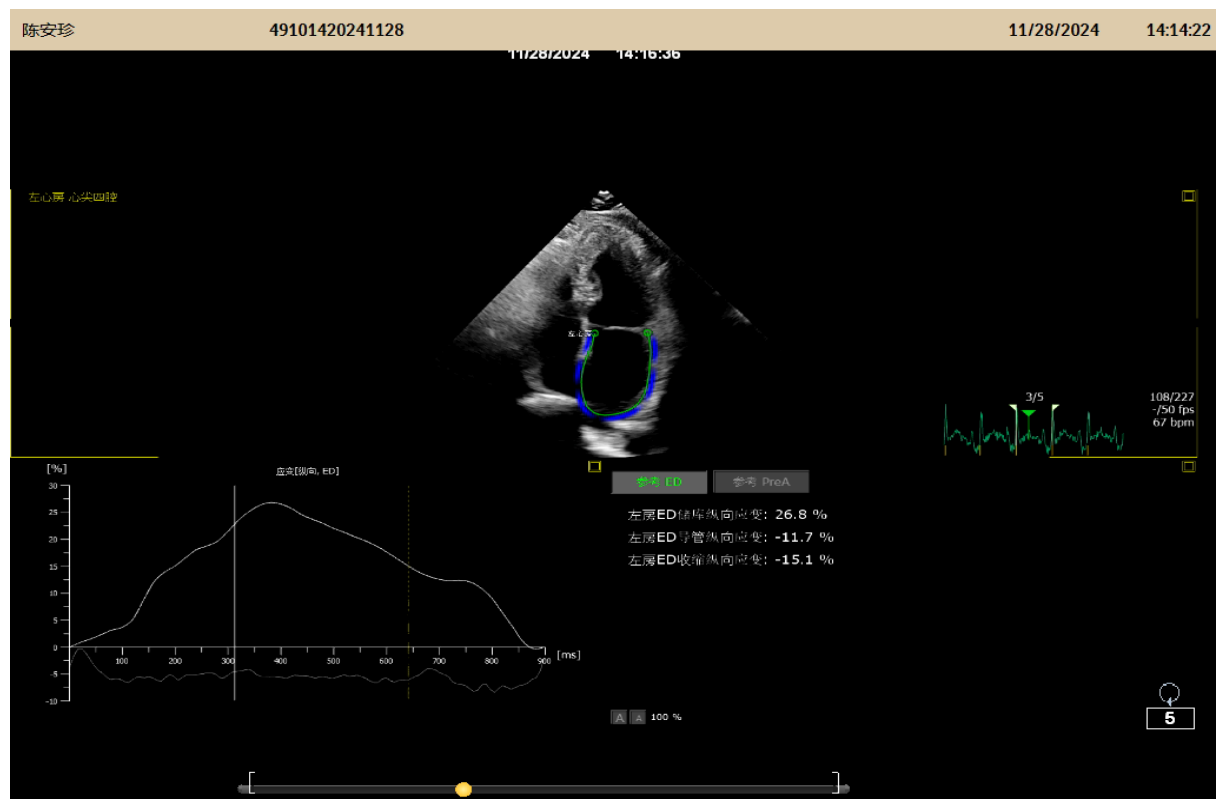


Figure 4. Left atrial strain parameters
图 4. 左房应变参数

2.5. 统计学分析

选用 SPSS 23.0 软件作为工具, 连续型变量资料采用均值 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)的形式来表示, 两组间比较采用 t 检验, 皮尔逊相关性用于评估变量之间的相关性, 当 P 值小于 0.05 时认为存在显著性差异, 具有统计学意义。

3. 结果

3.1. 研究对象基本信息比较

AHCM 组与对照组相比, 年龄方面, 对照组平均年龄为 46.47 ± 13.54 岁, 而 AHCM 组平均年龄显著增高至 60.77 ± 9.71 岁。两组间年龄差异具有高度统计学意义($t = 10.337, P < 0.001$)。心率(HR)在两组间存在显著差异, 对照组平均 HR 为 74.07 ± 9.06 次/分, 而 AHCM 组则显著升高至 104.53 ± 9.43 次/分, t 检验结果显示, 两组间 HR 差异具有高度统计学意义($t = 105.649, P < 0.001$)。性别构成比、身高、体重、体表面积(BSA)及身体质量指数(BMI)、血压在两组间无显著差异($\chi^2 = 0.623, P = 0.733$)。结果如表 1 所示。

在常规血液指标方面, 两组间均未发现显著差异($P > 0.05$)。在生化指标方面, 低密度脂蛋白、肌酐及葡萄糖的均值在两组间也未发现显著差异($P > 0.05$)。然而, 值得注意的是, 超敏肌钙蛋白水平在两组间存在显著差异, 对照组的超敏肌钙蛋白均值为 35.32 ± 5.17 ng/L, 而 AHCM 组则显著升高至 65.87 ± 5.25 ng/L, 差异具有高度统计学意义($t = 7.297, P < 0.001$)。结果如表 2 所示。

Table 1. Comparison of general information of the two groups of study subjects

表 1. 两组研究对象的一般资料比较

	AHCM 组(n = 150)	对照组(n = 150)	t	P
		t/ χ^2		
性别(男/女)	85/65	87/63	0.623	0.733
年龄(year)	60.77 ± 9.71	46.47 ± 13.54	10.337	<0.001
身高(cm)	167.4 ± 7.51	167.27 ± 6.35	0.006	0.994
体重(kg)	67.2 ± 8.65	64.23 ± 9.06	0.911	0.406
BSA (m ²)	1.73 ± 0.15	1.72 ± 0.15	0.067	0.935
BMI (Kg/m ²)	23.92 ± 1.99	22.86 ± 2.22	2.166	0.121
SBP (mmHg)	120.17 ± 7.13	121.8 ± 8.42	1.344	0.266
DBP (mmHg)	75.17 ± 5.98	75.13 ± 6.67	0.007	0.993
HR (次/min)	104.53 ± 9.43	74.07 ± 9.06	105.649	<0.001

Table 2. Comparison of laboratory findings in the two study groups

表 2. 两组研究对象的实验室检查结果比较

	AHCM 组(n = 150)	对照组(n = 150)	t	P
白细胞($\times 10^9/L$)	7.15 ± 4.32	7.05 ± 3.13	0.764	0.434
红细胞($\times 10^{12}/L$)	4.45 ± 0.98	4.40 ± 1.09	0.422	0.758
血小板($\times 10^9/L$)	209.34 ± 70.32	212.18 ± 52.10	0.459	0.566
血红蛋白(g/L)	137.23 ± 17.54	138.87 ± 21.34	0.367	0.734
低密度脂蛋白(mg/dL)	2.55 ± 0.80	2.56 ± 0.76	0.357	0.756
肌酐($\mu\text{mol/L}$)	77.18 ± 18.23	73.43 ± 22.33	0.869	0.267
葡萄糖(mg/dL)	5.78 ± 1.50	5.67 ± 1.36	0.491	0.56
超敏肌钙蛋白(ng/L)	65.87 ± 5.25	35.32 ± 5.17	7.297	<0.001

3.2. 两组患者常规超声参数比较

通过独立样本 t 检验分析发现两组之间在左心房直径(LAD)、左心房长度(LAL)以及左心房厚度(LAT)上存在显著差异(P 均<0.001)。结果如表 3 所示。

在 AHCM 组中，E 峰流速显著降低，A 峰流速显著增高，E/A 比值显著降低。然而组织多普勒成像参数 E'-sep 和 E'-lat，两组之间无显著差异(P 值分别为 0.325 和 0.952)。最后，E/E'比值在 AHCM 组中显著增高。结果如表 4 所示。

Table 3. Comparison of two-dimensional parameters between the two groups of study subjects

表 3. 两组研究对象的二维参数比较

	AHCM 组(n = 150)	对照组(n = 150)	t	P
LAD (mm)	42.47 ± 2.60	34.10 ± 3.46	34.161	<0.001
LAL (mm)	50.50 ± 2.23	45.46 ± 2.41	48.343	<0.001
LAT (mm)	43.06 ± 2.27	37.01 ± 3.45	39.011	<0.001

Table 4. Comparison of conventional spectral parameters between the two groups of study subjects

表 4. 两组研究对象的常规频谱参数比较

	AHCM 组(n = 150)	对照组(n = 150)	t	P
E-mv (m/s)	0.72 ± 0.16	0.83 ± 0.14	2.862	0.006
A-mv (m/s)	0.82 ± 0.2	0.61 ± 0.12	-4.806	<0.001
E/A	0.94 ± 0.39	1.44 ± 0.50	4.376	<0.001
E'-sep (cm/s)	9.62 ± 1.42	10.04 ± 1.88	0.992	0.325
E'-lat (cm/s)	12.34 ± 1.11	12.37 ± 2.13	0.061	0.952
E/E'	7.14 ± 1.56	6.32 ± 1.56	-2.032	0.047

3.3. 左心房结构参数对比

AHCM 组的左心房结构参数显著异于对照组，具体表现为最大左心房容积(LAVmax)、最小左心房容积(LAVmin)、左心房前负荷容积(LAVpre)以及左心房容积指数(LAVI)均显著增加，差异均具有统计学意义，结果如表 5 所示。

Table 5. Comparison of structural parameters of the left atrium in the two study groups

表 5. 两组研究对象的左心房结构参数比较

	AHCM 组(n = 150)	对照组(n = 150)	t	P
LAVmax (mL)	61.62 ± 1.53	39.24 ± 1.4	4.08	0.02
LAVmin (mL)	31.37 ± 0.67	16.31 ± 0.76	20.095	<0.001
LAVpre (mL)	17.97 ± 3.14	12.63 ± 2.98	3.965	<0.001
LAVI	35.84 ± 0.74	22.84 ± 0.79	82.075	<0.001

3.4. 左心房功能参数分析

AHCM 组的左心室射血分数(LVEF HM)显著低于对照组，同时左心房收缩容积(LASV)显著增加。此外，AHCM 组的左心房排空分数(LAEF)、左心房被动排空分数(LAPEF)及左心房主动排空分数(LAAEF)

均较对照组显著降低, 这些差异均具有统计学意义。结果如表 6。

Table 6. Comparison of structural parameters of the left atrium in the two study groups

表 6. 两组研究对象的左心房结构参数比较

	AHCM 组(n = 150)	对照组(n = 150)	t	P
LVEF HM (%)	62.03 ± 0.42	65.83 ± 0.56	40.2	<0.001
LASV	42.94 ± 4.87	36.78 ± 4.77	25.977	<0.001
LAEF (%)	47.40 ± 0.87	60.54 ± 0.86	4.188	0.018
LAPEF (%)	46.28 ± 6.32	57.75 ± 5.09	6.977	<0.001
LAAEF (%)	34.65 ± 6.29	46.83 ± 4.87	7.053	<0.001

3.5. 二维斑点追踪成像技术结果

AHCM 组的左心房储存率(LASr)和左心房收缩期应变率(LAScd)显著高于对照组, 同时左心房峰值储备应变率(pLASRr)和左心房收缩期峰值应变率(pLASRcd)的绝对值也显著高于对照组, 而左心房整体纵向应变(LASct)和左心房峰值储备应变率(pLASRct)在两组间无显著差异($P > 0.05$)。结果如表 7 所示。

Table 7. 2D speckle tracking imaging results for the two groups of study subjects

表 7. 两组研究对象的二维斑点追踪成像结果

	AHCM 组(n = 150)	对照组(n = 150)	t	P
LASct (%)	16.27 ± 3.50	16.06 ± 2.39	-0.269	0.789
LASr (%)	37.50 ± 5.63	33.69 ± 4.17	-3.043	0.003
LAScd (%)	21.23 ± 2.94	17.63 ± 3.19	-4.619	<0.001
pLASRct (s^{-1})	-2.85 ± 0.99	-2.88 ± 1.13	-0.092	0.927
pLASRr (s^{-1})	2.59 ± 1.18	2.03 ± 0.80	-2.18	0.033
pLASRcd (s^{-1})	-2.41 ± 0.89	-1.83 ± 0.91	2.52	0.014

3.6. 相关性分析结果

左心房射血分数(LAEF)与左心房收缩期应变率(pLASRc)和左心房舒张早期应变率(pLASRcd)呈正相关, 而与左心房舒张晚期应变率(pLASRr)的相关性为 0.360 ($P < 0.001$)。左心房主动射血分数(LAAEF)与 pLASRr 和 pLASRcd 均呈现较强的正相关, 而与 pLASRc 的相关性较弱。左心房被动射血分数(LAPEF)与 pLASRc 和 pLASRr 均呈正相关, 而与 pLASRcd 的相关性相对较低。结果如表 8 所示。

Table 8. Prediction of cardiac function by myocardial strain rate parameters

表 8. 心肌应变率参数对心脏功能的预测

		pLASRc	pLASRr	pLASRcd
LAEF	r	0.477	0.36	0.633
	p	<0.001	<0.001	<0.001
LAAEF	r	0.231	0.532	0.532
	p	0.021	<0.001	<0.001
LAPEF	r	0.583	0.509	0.278
	p	<0.001	<0.001	0.033

3.7. 亚组分析结果

NYHA I~II 级患者与 NYHA III~IV 级患者在 LAEF、LAAEF、LAPEF 以及心肌应变率参数(包括 pLASRct、pLASRr 和 pLASRcd)上均存在显著差异。具体而言, NYHA III~IV 级患者的 LAEF、LAAEF 和 LAPEF 均显著低于 NYHA I~II 级患者。此外, NYHA III~IV 级患者的 pLASRr 显著高于 NYHA I~II 级患者, 而 pLASRct 和 pLASRcd 则呈现不同程度的降低。结果如表 9 所示。

Table 9. Comparison of cardiac function in AHCM patients with different NYHA classifications
表 9. 不同 NYHA 分级的 AHCM 患者的心脏功能比较

	NYHA I~II (n = 94)	NYHA III~IV (n = 56)	t	P
LAEF	49.39 ± 5.77	43.48 ± 4.42	5.677	<0.001
LAAEF	51.54 ± 6.08	41.86 ± 5.48	8.976	<0.001
LAPEF	37.09 ± 4.33	30.65 ± 3.97	6.809	<0.001
pLASRct	-2.86 ± 0.32	-2.77 ± 0.28	5.43	<0.001
pLASRr	2.35 ± 0.25	3.80 ± 0.37	6.843	<0.001
pLASRcd	-2.17 ± 0.19	-2.89 ± 0.22	3.081	0.032

3.8. 重复性检验结果

左心房射血分数(LAEF)和左心房收缩期应变率(pLASRct)的组内与组间的平均差值均较小, 且 95% 置信区间(CI)范围宽泛, 表明测量结果具有良好的重复性。具体而言, LAEF 的组内平均差值为 2.16% (95%CI: -2.65%, 6.90%), 组间平均差值为 0.92% (95%CI: -4.13%, 5.97%), t 检验结果显示差异均无统计学意义(P = 0.359, P = 0.717)。同样, pLASRct 的组内平均差值为 0.15%/s (95%CI: -8.97%/s, 9.67%/s), 组间平均差值为 1.39%/s (95%CI: -7.43%/s, 10.53%/s), t 检验亦显示差异无统计学意义(P = 0.966, P = 0.745)。结果如表 10 所示。

Table 10. Repeatability test of echocardiographic and 2D speckle imaging results
表 10. 超声心动图与二维斑点成像结果的重复性检验

变量	平均差值(95%CI)	t	P
LAEF			
组内	2.16 (-2.65, 6.90)	0.94	0.359
组间	0.92 (-4.13, 5.97)	0.378	0.717
pLASRct			
组内	0.15 (-8.97, 9.67)	0.043	0.966
组间	1.39 (-7.43, 10.53)	0.339	0.745

4. 讨论

AHCM 作为一种特殊类型的心肌肥厚疾病, 其临床特征主要表现为心室肌肥厚局限于心尖部, 常伴随有胸闷、胸痛、心悸及呼吸困难等症状, 严重影响患者的生活质量及预后[10]。尽管近年来对于 AHCM 的研究逐渐增多, 但尚不充分, 这极大地限制了临床对该病的诊断与治疗。近年来, 实时三维超声心动图(Real-Time Three-Dimensional Echocardiography, RT3DE)技术及二维斑点追踪技术(Two-Dimensional

Speckle Tracking Imaging, 2D-STI)的发展为心脏结构与功能的精确评估提供了新的可能。本研究通过对比分析 AHCM 患者与对照组在左心房形态学参数、常规超声参数、左心房结构参数、功能参数以及心肌应变率参数等方面的差异,揭示 AHCM 对左心房结构与功能的具体影响。

基本信息比较结果显示,在年龄方面,AHCM 组的平均年龄显著高于对照组,这一发现与先前的研究一致,表明 AHCM 更倾向于在中老年人群中发病,这种年龄差异可能反映了随着年龄增长,心脏结构和功能逐渐发生变化,增加了 AHCM 的发病风险[11]。性别、身高、体重、BSA 及 BMI 等身体形态学指标及血压在两组间均未发现显著性差异。HR 在 AHCM 组中显著升高,可能反映了 AHCM 患者心脏负荷增加和心脏储备功能下降的状态。这主要是由于 AHCM 患者心脏储备功能的下降导致患者机体为弥补心输出量,通过 HR 的增加来弥补心输出量。在常规血液指标方面,白细胞、红细胞、血小板及血红蛋白等指标的均值在两组间均未发现显著差异,这表明这些常规血液指标可能不是 AHCM 发病的独立风险因素[12]。然而,在生化指标中,超敏肌钙蛋白作为心肌损伤的敏感标志物,在 AHCM 组中的显著升高可能反映了心肌细胞的损伤或坏死,这与 AHCM 的心肌肥厚和纤维化病理特征相一致。有研究表明,超敏肌钙蛋白水平的升高可能有助于早期识别 AHCM 患者的心肌损伤,并为治疗决策提供依据[13]。

LAD、LAL 以及 LAT 在 AHCM 组中的显著增加,表明 AHCM 患者的左心房发生了明显的重构。有学者发现,AHCM 患者左心房发生重构可能与心肌肥厚、纤维化以及心室舒张功能障碍有关,这些因素共同作用导致左心房负荷增加,进而引发其扩张和肥厚[14],进而对其功能产生不利影响,如降低左心房的储备功能和增加心房颤动的风险。

AHCM 组的左心房结构参数显著异于对照组,具体表现为 LAVmax、LAVmin、LAVpre 以及 LAVI 均显著增加,这些发现对于深入理解 AHCM 患者左心房重构的病理生理机制及其临床意义具有重要意义。LAVI 的增大不仅与心脏疾病的严重程度相关,还是预测心血管事件风险的重要指标[15]。因此,对于 AHCM 患者而言,定期监测 LAVI 的变化对于评估疾病进展和预后具有重要意义。此外,左心房重构还可能引起心房电生理特性的改变,增加心律失常的风险。因此,对于 AHCM 患者而言,除了关注心室重构和功能外,还应重视左心房重构和功能的变化。

AHCM 组的左心房功能研究结果显示,AHCM 患者的 LVEF_{HM} 显著低于对照组,同时 LASV 显著增加,LAEF、LAPEF 及 LAAEF 均较对照组显著降低。这些发现不仅揭示了 AHCM 患者左心室及左心房功能的显著受损,LAPEF 和 LAAEF 的降低可能进一步加剧左心房的充盈负荷和重构进程,形成恶性循环[16]。

本研究结果显示 AHCM 组的 LASr 和 LAScd 显著高于对照组,pLASRr 和 pLASRcd 的绝对值亦显著高于对照组,这一发现与之前的研究结果相一致,提示 AHCM 患者的左心房功能可能发生了适应性改变,以应对左心室舒张功能障碍。

本研究进一步分析了不同 NYHA 分级患者之间左心房功能及心肌应变率参数的差异。结果显示,NYHA III~IV 级患者的 LAEF、LAAEF 和 LAPEF 均显著低于 NYHA I~II 级患者。这可能是由于心肌应变率是反映心肌纤维主动缩短或延长的速度,而左心房功能的储器期、管道期和收缩泵功能均依赖心肌的主动形变能力。如左房在心室收缩期被动储存血液,此时应变率(如 LASr)反映心房壁的弹性扩张能力,与心肌纤维的延展性相关;而左房主动收缩将血液泵入左室,收缩期应变率(LASct)直接反映心房肌的主动收缩力。这一研究结果也印证了这一机制,当 AHCM 病情的加重时,患者左心房的整体射血功能、主动射血功能以及被动射血功能均受到显著影响[17]。

实时三维超声心动图联合二维斑点追踪技术在评估 AHCM 患者左心房结构与功能方面展现出了显著的技术优势,使得对 AHCM 患者左心房结构与功能的评估更加全面和准确。在临床应用方面,该技术具有无创、实时、可重复等优点,能够为医生提供关于 AHCM 患者左心房结构与功能的客观依据[18]。

这对于制定个性化的治疗方案、评估治疗效果以及预测患者预后具有重要意义。本研究在取得了重要进展之外,但仍存在一些不足之处,如样本量有限、缺乏长期随访数据、图像易受患者体型、呼吸运动等因素影响,有待在未来的研究中进一步完善。未来随着医学影像学技术的不断发展和完善,对 AHCM 患者左心房结构与功能的评估将更加精准和全面,从而改善患者预后并提高生活质量。

参考文献

- [1] Taylor, M.J., Austin, T., *et al.* (2023) ECG Abnormalities Preceding Structural Changes of Apical Hypertrophic Cardiomyopathy by up to 10 Years. *Cureus*, **15**, 42255-42257.
- [2] Menezes Fernandes, R., Brandão, M., Ladeiras Lopes, R., Faria, R., Dias Ferreira, N. and Fontes-Carvalho, R. (2023) Myocardial Deformation Analysis Using Cardiac Magnetic Resonance in Apical Hypertrophic Cardiomyopathy: Is It an Useful Tool to Predict Adverse Outcomes? *The International Journal of Cardiovascular Imaging*, **39**, 1997-2003. <https://doi.org/10.1007/s10554-023-02902-1>
- [3] Radano, I., Mabritto, B., Luceri, S., Bongioanni, S., Maiellaro, F., Zappia, L., *et al.* (2024) Intramyocardial Calcification in Apical Hypertrophic Cardiomyopathy Assessed Using Multimodality Imaging: A Case Series. *ESC Heart Failure*, **11**, 2415-2420. <https://doi.org/10.1002/ehf2.14775>
- [4] Mood, E.P., Kahnooji, M. and Aliramezany, M. (2023) Ectasia and Slow Flow Phenomena of Coronary Artery Related to Apical Hypertrophic Cardiomyopathy. *Clinical Case Reports*, **11**, e7870. <https://doi.org/10.1002/ccr3.7870>
- [5] El-Sherbeny, W.S., Sabry, N.M., El-Saied, S.B. and Elnagar, B. (2023) Detection of Right Ventricular Dysfunction by Three – Dimensional Echocardiography and Two—Dimensional Speckle Tracking in Breast Cancer Patients Receiving Anthracycline-Based Chemotherapy. *Cardio-Oncology*, **9**, Article No. 20. <https://doi.org/10.1186/s40959-023-00169-y>
- [6] 吴玉莲, 王戏丹, 杨道玲, 等. 多模态超声心动图对肺动脉高压患者右心功能的诊断价值分析[J]. 中国现代医生, 2024, 62(22): 54-57.
- [7] Hua, Z.X., Hua, H.S., Hua, S.A., *et al.* (2018) Clinical Evaluation of Left Ventricular Systolic Dyssynchrony among Patients with Coronary Heart Disease Using Two-Dimensional Speckle Tracking Imaging and Three-Dimensional Echocardiography. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, **11**, 9502-9510.
- [8] 田现伟. 应用二维斑点追踪成像技术评估肥厚型心肌病不同肥厚部位右室纵轴收缩功能的改变[D]: [硕士学位论文]. 大连: 大连医科大学, 2016.
- [9] 刘丽文, 王静, 等. 肥厚型心肌病超声心动图检查规范专家共识[J]. 中华医学超声杂志(电子版), 2020, 17(5): 394-408.
- [10] Files Flores, R., Mané, F., Antunes, N. and Pereira, V.H. (2020) Apical Hypertrophic Cardiomyopathy, Are Low-Risk Patients Really at Low Risk? A Case Report. *European Heart Journal—Case Reports*, **4**, 1-4. <https://doi.org/10.1093/ehjcr/ytaa316>
- [11] Shatla, I., Turk, A. and Magalski, A. (2022) Left Ventricular Apical Hypertrophic Cardiomyopathy after Heart Transplant: Case Report. *Journal of Cardiac Failure*, **28**, S57. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2022.03.147>
- [12] Caiati, C., Stanca, A. and Lepera, M.E. (2023) Case Report: Diagnosis of Apical Hypertrophic Cardiomyopathy That Escaped Clinical and Echocardiographic Investigations for Twenty Years: Reasons and Clinical Implications. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, **10**, Article 1157599. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2023.1157599>
- [13] Anand, V., Covington, M.K., Saraswati, U., Scott, C.G., Lee, A.T., Frantz, R.P., *et al.* (2024) Prevalence, Sex Differences, and Implications of Pulmonary Hypertension in Patients with Apical Hypertrophic Cardiomyopathy. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, **10**, Article 1288747. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2023.1288747>
- [14] Almhrij, A., AlSaleem, A.Z. and Suliman, I. (2024) A Case Report of Yamaguchi Syndrome in a Saudi Male. *Cureus*, **16**, e52241. <https://doi.org/10.7759/cureus.52241>
- [15] 黄定伟, 李静, 等. 早期心尖肥厚型心肌病的心电图及心脏超声表现探讨[J]. 疾病监测与控制, 2024, 18(4): 290-292.
- [16] Yang, Y.X., Li, M.J., Gao, X.C., *et al.* (2023) Left Atrial Dysfunction in Apical Hypertrophic Cardiomyopathy: Assessed by Cardiovascular Magnetic Resonance Feature-Tracking. *Journal of Thoracic Imaging*, **14**, 88-97.
- [17] 吴江, 李璇, 朱丽娜, 等. 心脏磁共振应变分析在心尖肥厚型心肌病中的应用[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2022, 20(20): 3782-3785.
- [18] Forsey, J., Benson, L., Rozenblyum, E., Friedberg, M.K. and Mertens, L. (2014) Early Changes in Apical Rotation in Genotype Positive Children with Hypertrophic Cardiomyopathy Mutations without Hypertrophic Changes on Two-Dimensional Imaging. *Journal of the American Society of Echocardiography*, **27**, 215-221. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2013.10.012>