

· 论 著 ·

中青年女性颈椎椎旁肌群体质成分与骨密度的相关性分析

赵越¹ 王玲² 刘艳东² 程晓光² 郁万江^{1*}

1. 青岛大学附属青岛市立医院放射科, 山东 青岛 266000

2. 北京积水潭医院放射科, 北京 100035

中图分类号: R685 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2021) 03-0329-04

摘要: **目的** 探讨中青年女性颈椎椎旁肌群体质成分与骨密度的相关关系。**方法** 招募 218 名 21~59 岁的成年女性进行颈部定量 CT(QCT)检查,测量 C₆ 椎体骨密度(BMD)及 C₆ 椎体中心层面椎旁肌群横截面积(cross-sectional area, CSA)和平均 CT 值。检验样本正态性,使用方差分析比较各样本均数。使用组内相关系数(interclass correlation coefficient, ICC)评价测量重复性。使用偏相关分析研究颈椎椎旁肌群与骨密度的相关关系。**结果** C₆ 水平椎旁肌群 CSA 与年龄($r=0.142, P<0.05$)、体质指数(BMI) ($r=0.575, P<0.01$) 呈正相关关系,椎旁肌群密度与年龄、BMI 无显著相关性。BMD 与年龄呈负相关($r=-0.179, P<0.01$),与 BMI 无显著相关性。控制年龄、BMI 因素, C₆ 水平椎旁肌群 CSA 与 BMD 无显著相关性,平均 CT 值与 BMD 呈正相关($P<0.01$)。**结论** 中青年女性颈椎椎旁肌群脂肪浸润程度与 BMD 存在相关性。

关键词: 颈椎;椎旁肌肉;BMD;QCT

Analysis of the correlation between body composition of paraspinal cervical muscle and bone mineral density in young and middle-aged women

ZHAO Yue¹, WANG Ling², LIU Yandong², CHENG Xiaoguang², YU Wanjiang^{1*}

1. Department of Radiology, Qingdao Municipal Hospital Affiliated to Qingdao University, Qingdao 266000, Shandong, China

2. Department of Radiology, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China

* Corresponding author; YU Wanjiang, Email: yuwj169@sina.com

Abstract: **Objective** To investigate the correlation between cervical paravertebral muscle composition and bone mineral density of in young and middle-age women. **Methods** Two hundred and eighteen adult women aged from 21 to 59 years old were recruited to conduct the neck quantitative computed tomography (QCT) scanning. The cross-sectional area (CSA) and average CT values of paravertebral muscle group and bone mineral density (BMD) at the C₆ central plane were measured. The sample normality was tested. The means of the samples were compared using ANOVA. The interclass correlation coefficient (ICC) was used to evaluate measurement reproducibility. The correlation between paravertebral muscle group and BMD was studied with partial correlation analysis. **Results** Paravertebral muscle group CSA at C₆ level was positively correlated with age ($r=0.142, P<0.05$) and body mass index (BMI, $r=0.575, P<0.01$). Paravertebral muscle group density was not significantly correlated with age or BMI. BMD was negatively correlated with age ($r=-0.179, P<0.01$), and there was no significant correlation with BMI. After adjusting age and BMI, there was no significant correlation between paravertebral muscle group CSA and BMD at C₆ level, but the mean CT value was positively correlated with BMD ($P<0.01$). **Conclusion** The degree of fat infiltration in the cervical paravertebral muscle group is associated with BMD in young and middle-aged women.

Key words: cervical vertebra; paravertebral muscle; BMD; QCT

肌少症(sarcopenia)是指肌肉含量和肌肉功能随着年龄的增长进行性、广泛性下降^[1],较低的肌肉密度表示肌肉组织中脂肪含量较高^[2]。同时,骨

质疏松症(osteoporosis, OP)作为严重影响老年人生生活质量的公共健康疾病,常与肌肉减少症伴随发生^[1,3]。颈椎作为脊柱的重要组成部分,其椎旁肌肉测量研究在国内外相对较少。虽然颈椎目前不是辅助诊断肌少症及骨质疏松症的重点测量部位,但

* 通信作者: 郁万江, Email: yuwj169@sina.com

颈部骨肌疾病是所有职业病中最常见的疾病之一^[4],颈部肌肉功能与颈部疾病密切相关,同时骨密度与椎骨手术后疗效的关系也是公认的。本研究应用 OsiriX 及定量 CT (quantitative computed tomography, QCT) 测量成年女性颈部椎旁肌肉的面积、密度及颈椎骨密度,探讨颈部椎旁肌群体质成分与骨密度的相关性以便于临床工作。

1 材料和方法

1.1 一般资料

本研究对象来自北京积水潭医院开展的骨科退行性疾病研究中的健康对照组募集者,包括成年中国女性 218 例,年龄范围 20~59 (41.7±9.1) 岁。纳入标准:身体、精神和社会等方面均处于良好状态的成年女性;排除标准:妊娠和患有任何可能影响骨骼肌肉的疾病的个体,包括颈部创伤和肿瘤、颈椎侧凸、全身代谢性疾病、服用激素等药物。所有受试者均接受颈椎 CT 检查,测量身高、体重并计算体质指数 (body mass index, BMI)。本研究经北京积水潭医院伦理委员会批准,所有受检者均签署知情同意书。

1.2 扫描参数

CT 扫描设备采用日本东芝公司的 Toshiba Aquilion 80 排 CT,扫描参数为电压 120 kV,电流 187 mAs,床高 120 cm,层厚 1.0 mm, SFOV 400 mm。采用美国 Mindways 公司的 5 样本 QCT 固体体膜垫于受检者颈下,从 C₁ 椎体上缘螺旋扫描至 C₇ 椎体下缘水平,测量前按照标准操作流程使用校准体模数据进行常规校准。将获得的 DICOM 图像传至 Pixmeo 公司的 OsiriX 工作站进行椎旁肌肉面积和密度测量;将 QCT 格式的图像文件传至 Mindways 公司的 QCT 骨密度测量分析软件 (QCT PRO) 工作站进行测量。

1.3 测量方法

本研究使用 Pixmeo 公司的 OsiriX 软件测量颈椎椎旁肌肉组织的面积和密度,选取第 6 颈椎中部层面的薄层轴位图像为测量层面,沿颈长肌、前斜角肌、肩胛提肌及斜方肌边缘人工圈画感兴趣区 (ROI),以 -29~150 HU^[5-7] 为肌肉组织范围的标准测得双侧椎旁肌群的横截面积 (cross-sectional area, CSA, mm²) 和平均 CT 值 (HU)。在大样本测量之前,从本研究人群中随机抽取 30 例,由 2 名测量者分别独立测量,1 周以后,其中一名测量者按照同样方法重复测量一次。测量由两名经培训的医师完成。参照以往研究^[8],使用 QCT PRO 软件测量第 6

颈椎骨密度 (BMD),在椎体中心位置标记 ROI,避开骨皮质和椎静脉走行区域,软件自动得出椎体 BMD (mg/cm³)。测量由一名经培训的医师完成。

1.4 统计学处理

所有数据采用 SPSS 20.0 统计软件进行分析。每项数据均为符合正态分布的计量资料。将年龄按 10 岁 1 组分为 4 组,用方差分析比较各组 BMI、BMD、椎旁肌群 CSA 及平均 CT 值,组间两两比较采用 LSD 法。用组内相关系数 (interclass correlation coefficient, ICC) 评价测量者 2 次测量值及两名测量者测量值的可重复性,结果 >0.8,表明测量值的一致性较好。使用 Pearson 相关分析评估 C₆ 水平椎旁肌群 CSA、平均 CT 值和 BMD 与年龄、BMI 的相关性;控制年龄因素,采用偏相关分布分析 C₆ 水平椎旁肌群平均 CT 值与 BMD 的相关性。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 变量的一般情况及方差分析

本研究纳入 218 名成年女性,平均年龄 (41.7±9.1) 岁,其 BMI、BMD 和 C₆ 椎体水平的椎旁肌群情况具体见表 1。将年龄按 10 岁 1 组分为 4 组,各组 BMI、BMD、椎旁肌群 CSA 及平均 CT 值均值比较的方差分析见表 2。BMI、C₆ 水平椎旁肌群 CSA 及平均 CT 值在各年龄组间差异均无统计学意义 (P 均 > 0.05),而 BMD 在不同年龄组间差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。在组间两两比较中,C₆ 水平椎旁肌群 CSA 在 20~29 岁与 50~59 岁年龄组差异有统计学意义 ($P < 0.05$),BMD 在 50~59 岁与其他三组、40~49 岁与 20~29 岁年龄组差异有统计学意义 (P 均 < 0.05)。

表 1 218 例受检者一般资料

Table 1 General information of 218 subjects

项目	均值	标准差	最大值	最小值
年龄/岁	41.7	9.1	59	20
BMI/(kg/m ²)	23.80	3.64	40.83	16.14
BMD/(mg/cm ³)	256.85	51.93	382.80	150.35
椎旁肌群 CSA/(cm ²)	56.85	15.08	99.77	29.25
椎旁肌群平均 CT 值/(HU)	35	6	52	19

2.2 重复性检验结果

测量者对 C₆ 中心层面椎旁肌群 CSA 和平均 CT 值重复性检验结果。测量者 A 第 1 次测得与第 2 次测得椎旁肌群 CSA 和平均 CT 值 ICC 分别为 0.986、0.957,与测量者 B 测得椎旁肌群 CSA 和平均 CT 值 ICC 分别为 0.987、0.946。测量者间 ICC、

测量者内 ICC 均较高(>0.80)。

表 2 各年龄组 BMI、BMD、C₆ 水平椎旁肌群 CSA 及平均 CT 值方差分析结果(均值±标准误)

Table 2 ANOVA results of paravertebral muscle groups, BMI, and BMD in CSA and mean CT values at C₆ level in all age groups

项目	年龄(岁)				P 值
	20~29 n=26	30~39 n=58	40~49 n=84	50~59 n=50	
BMI/(kg/m ²)	23.22±0.70	23.43±0.50	23.90±0.40	24.38±0.40	0.461
BMD/(mg/cm ³)	247.46±5.40	262.61±6.30	275.60±5.50	223.55±7.50	<0.01
椎旁肌群 CSA/(cm ²)	52.29±2.80	55.81±2.00	57.17±1.70	59.89±2.00	0.193
椎旁肌群平均 CT 值/(HU)	34.0±1.1	35.0±0.8	36.0±0.7	35.0±0.9	0.228

2.3 相关性分析结果

使用 Pearson 相关分析受检者 C₆ 水平椎旁肌群 CSA 及 CT 值、BMD 与年龄、BMI 的相关性。结果显示 C₆ 水平椎旁肌群 CSA 与年龄、BMI 呈一定正相关($P<0.05$, $P<0.01$), 且与 BMI 相关性较高; 椎旁肌群密度与年龄、BMI 无显著相关性。BMD 与年龄呈一定负相关($P<0.01$), 与 BMI 无显著相关性。控制年龄、BMI 因素, 使用偏相关分析受检者 C₆ 水平椎旁肌群 CSA、平均密度与 BMD 的相关性。结果显示 C₆ 水平椎旁肌群 CSA 与 BMD 无显著相关性, 平均 CT 值与 BMD 呈一定正相关($P<0.01$)。具体见表 3。

表 3 C₆ 水平椎旁肌群 CSA 及平均 CT 值、BMD 与年龄、BMI 的相关性

Table 3 Correlation between paravertebral muscle composition at C₆ level and BMD, age, and BMI

项目	r 值	P 值
椎旁肌群 CSA 与年龄	0.142	<0.05
椎旁肌群 CSA 与 BMI	0.575	<0.01
椎旁肌群平均 CT 值与年龄	0.027	0.689
椎旁肌群平均 CT 值与 BMI	-0.061	0.373
BMD 与年龄	-0.179	<0.01
BMD 与 BMI	0.124	0.068
椎旁肌群 CSA 与 BMD (控制年龄、BMI 因素)	0.100	0.143
椎旁肌群平均 CT 值与 BMD (控制年龄、BMI 因素)	0.210	<0.01

3 讨论

骨骼肌牵拉骨骼进行运动, 骨骼的机械性能与骨密度密切相关^[9-10]。目前, QCT 作为可以准确测量椎体骨松质体积密度的工具, 利用其测量颈椎骨密度的研究^[11-13]表明, 颈椎各椎体之间骨密度存在差别, 颈椎与腰椎的骨密度相关性高且颈椎骨密度高于腰椎。颈椎的椎旁肌群测量研究较少, 而颈椎作为活动性强, 体积小且处于较高动力状态的关节

系统^[14], 椎旁肌群形态结构复杂, 使其可以负荷来自不同肌肉和不同方向的复杂运动^[13]。OsiriX 作为 MacOS 系统操作下的开源软件, 可独立运行于个人电脑, 针对 DICOM 图像, 可以准确测量 ROI 的肌肉组织面积与平均密度, 步骤简便, 准确性高, 重复性好。

本研究选择 C₆ 椎体中心层面主要考虑两个原因, 一是 C₆、C₇ 的椎体骨密度显著低于 C₂~C₅ 椎体^[11], 在骨密度相对低的层面分析肌肉情况更有价值。二是在下段颈椎椎体 ROI 范围较大, C₆ 层面的肌群较 C₇ 层面更集中, 肌群轮廓更清晰, 测量误差更小。结果显示, 颈椎椎体 BMD 与年龄呈一定负相关, 年龄是影响 BMD 的因素之一, 这与以往年龄是影响腰椎 BMD 的重要因素, BMD 与年龄呈负相关的研究结果相一致^[11,15]。QCT 测得的颈椎 BMD 为真正的体积骨密度, 不受 BMI 影响。有研究显示颈部肌肉 CSA 与身高、体重不成比例^[16], 但本研究的颈椎椎旁肌群 CSA 与 BMI 呈一定正相关。可能是因为颈部肌群层次多、结构复杂, 另外人群颈部肌肉的大小和形态个体差异也较大^[16]。颈椎椎旁肌群 CSA 与年龄呈一定正相关, 但平均密度与年龄无显著相关性。脂肪除了储存在脂肪细胞中, 也存在于肌群、肌束之间, 存在于肌肉组织内部的脂肪在 CT 图像中不能被肉眼识别, 仅仅是改变了肌肉组织本身的图像特征^[17-18]。这或许可以解释本研究中的 50~59 岁年龄组相较于 40~49 岁年龄组, 颈椎椎旁肌肉 CSA 增大, 而肌肉密度减小。随着年龄增加, 虽然肌肉含量没有下降, 肌肉组织的脂肪浸润程度依然在进展, 肌束间及肌束内的脂肪含量在增加。

本研究中, 由于年龄、BMI 是影响 BMD、椎旁肌群面积的因素, 所以在分析椎旁肌群与 BMD 的相关性时, 需要控制年龄、BMI 因素对结果的影响。结果显示颈椎椎旁肌群 CSA 与 BMD 无显著相关性、平均 CT 值与 BMD 呈一定正相关。这与以往一项测

量方法不同的腰椎椎旁肌肉的研究结果一致^[19]。颈椎 BMD 与椎旁肌群脂肪浸润程度有相关性,与椎旁肌群肌肉含量无显著相关性,可能颈椎 BMD 与肌肉的变化不是同步发展的,颈椎椎旁肌肉的脂肪浸润程度进展相对缓慢。对于需行颈椎手术的骨质疏松症患者,常规 CT 可得到的椎旁肌群数据可能对 BMD 具有一定的提示作用。

综上所述,成年女性颈椎椎旁肌肉脂肪浸润程度不随年龄、BMI 增加而增大,与 BMD 呈正相关。本研究有一定的局限性,为颈椎椎旁肌肉测量的初步研究,样本局限于女性;测量层面局限于 C₆ 一个椎体,缺乏代表性,不能全面评估颈椎椎旁肌肉。今后还需扩大样本量,改善测量方法以得到连续多个层面的数据进行进一步研究。

【参 考 文 献】

- [1] Cooper C, Fielding R, Visser M, et al. Tools in the assessment of sarcopenia [J]. *Calcif Tissue Int*, 2013, 93(3):201-210.
- [2] Goodpaster BH, Kelley DE, Thaete FL, et al. Skeletal muscle attenuation determined by computed tomography is associated with skeletal muscle lipid content [J]. *J Appl Phys*, 2000, 89(1):104.
- [3] Lang T, Streeper T, Cawthon P, et al. Sarcopenia: etiology, clinical consequences, intervention, and assessment [J]. *Osteoporos Int*, 2010, 21(4):543-559.
- [4] Hoe VCW, Urquhart DM, Kelsall HL, et al. Ergonomic design and training for preventing work-related musculoskeletal disorders of the upper limb and neck in adults[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2012, 2012(8):CD008570.
- [5] Mourtzakis M, Prado CMM, Lieffers JR, et al. A practical and precise approach to quantification of body composition in cancer patients using computed tomography images acquired during routine care [J]. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2008, 33(5):997-1006.
- [6] Prado CMM, Birdsell LA, Baracos VE. The emerging role of computerized tomography in assessing cancer cachexia[J]. *Curr Opin Support Palliat Care*, 2009, 3(4):269-275.
- [7] Prado CM. Body composition in chemotherapy: the promising role of CT scans.[J]. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2013, 16(5):525-533.
- [8] 李凯,马毅民,刘丹,等.定量 CT 骨密度测量诊断中国老年男性人群骨质疏松[J].*中国医学影像技术*, 2015, 31(10):1454-1456.
- [9] Zhang X, Ordway NR, Tan R, et al. Correlation of prodisc-C failure strength with cervical bone mineral content and endplate strength[J]. *J Spine Disord Techniq*, 2008, 21(6):400-405.
- [10] Ordway NR, Lu YM, Zhang X, et al. Structural property distribution of the cervical endplate and the correlation with CT measured subchondral bone density[J]. *Eur Spine J*, 2007, 16(12):2110-2110.
- [11] 于爱红,冯强强,蔡韦,等.定量 CT 测量女性颈椎与腰椎骨密度[J].*中国医学影像技术*, 2015, 31(10):1457-1460.
- [12] Yoganandan N, Pintar FA, Stemper BD, et al. Bone mineral density of human female cervical and lumbar spines from quantitative computed tomography [J]. *Spine*, 2006, 31(1):73-76.
- [13] Yoganandan N, Pintar FA, Stemper BD, et al. Trabecular bone density of male human cervical and lumbar vertebrae[J]. *Bone*, 2006, 39(2):340-344.
- [14] Grote HJ, Amling M, Vogel M, et al. Intervertebral variation in trabecular microarchitecture throughout the normal spine in relation to age [J]. *Bone*, 1995, 16(3):301-308.
- [15] 张晓东,赵文吉,陈焱君,等.腰椎骨密度与年龄、性别、体质参数及腹部脂肪的相关性[J].*中国医学影像技术*, 2015, 31(5):762-765.
- [16] Kamibayashi LK, Richmond FJR. Morphometry of human neck muscles[J]. *Spine*, 1998, 23(12):1314-1323.
- [17] Klaus Engelke, Oleg Museyko, Ling Wang, et al. Quantitative analysis of skeletal muscle by computed tomography imaging-State of the art[J]. *J Orthop Translat*, 2018, 15:91-103.
- [18] Wronska A, Kmiec Z. Structural and biochemical characteristics of various white adipose tissue depots[J]. *Acta Physiol*, 2012, 205(2):194-208.
- [19] 代永亮,赵圆,刘文业,等.老年女性腰椎骨密度与年龄及椎旁体质成分相关性分析[J].*中国骨质疏松杂志*, 2014, 20(6):597-601,643.

(收稿日期:2020-03-16;修回日期:2020-06-24)