

定量 CT 测量腹部脂肪面积及分布的重复性研究

王玲 汪伟 邓微 姜繁 徐杰 赵海竹 徐黎 柏瑞 欧陕兴 嵇辉 程晓光

中图分类号: R815 R68 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2012)11-0999-05

摘要: 目的 研究采用定量 CT 骨密度(QCT)方法测量腹部脂肪面积及分布的重复性。方法 以到北京积水潭医院进行腰椎 QCT 骨密度检查的 30 例(女 15 例,男 15 例)患者为测量对象,采用 QCT 分析软件中的“tissue composition”功能定量测量 L2、L3、L4、L5 椎体中心层面的腹部脂肪面积(TAA)及腹内脂肪面积(VAA),两者相减得皮下脂肪面积(SAA)。由 3 名经过严格培训的放射医生独立进行测量,并记录每次 TAA 及 VAA 测量用时。用重复测量方差分析及组内相关系数(ICC)评价 3 名不同观察者测量间及同一观察者不同时间两次测量的重复性。**结果** 3 名不同测量者及同一测量者前后两次测量 L2、L3、L4、L5 椎体中心层面 TAA 及 VAA 的均值无统计学显著差异($P > 0.05$);3 名测量者及同一测量者两次不同时间测量 L2、L3、L4、L5 椎体中心层面 TAA 及 VAA 测量值之间高度一致(ICC > 0.900)。L2、L3、L4、L5 椎体中心层面平均 SAA/VAA 比分别为 1.14 ± 0.58 、 1.46 ± 0.81 、 2.00 ± 1.08 、 2.23 ± 1.04 。使用该方法测量单层面 TAA 及 VAA 所需时间为 3~6 min,平均约 5 min。**结论** 定量 CT 测量腹部脂肪具有准确、可重复及快速等特点。该方法在测量椎体骨密度的同时,可区域性、简单、直观的评价皮下及腹内脂肪分布。

关键词: 体层摄影术; X 线计算机; 腹部脂肪; 重复性; 测量

The reproducibility of abdominal fat area and distribution measured by QCT WANG Ling, WANG Wei, DENG Wei, et al. Department of Radiology, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China

Corresponding author: DENG Wei, Email: dengwei95@163.com

Abstract: Objective To assess the reproducibility of QCT in measuring abdominal adipose area and distribution. **Methods** The total adipose area(TAA) and the visceral adipose area(VAA) in the middle level of L2-L5 vertebra of 30 patients were measured by 3 radiologists independently, and one radiologist measured twice. The tissue composition module of Mindways QCT software was used. The time spent for every TAA and VAA was recorded. The inter-observer and the intra-observer reproducibility were analyzed using intraclass correlation coefficient(ICC) and repeated-measures ANOVA. **Results** There was no significant difference among the results of the inter-observer or the intra-observer($P > 0.05$). The inter-observer and the intra-observer reproducibility was excellent(ICC > 0.900). The mean SAA/VAA ratio of L2, L3, L4, L5 level were 1.14 ± 0.58 , 1.46 ± 0.81 , 2.00 ± 1.08 , 2.23 ± 1.04 individually. The mean time spent was 5 minutes(3~6 minutes). **Conclusions** QCT is accurate, reproducible, and fast in the analysis of abdominal adiposity. It is a regional and easy technique for evaluation of subcutaneous and visceral fat compartments.

Key words: Tomography; X-ray computed; Abdominal adipose; Reproducibility; Measurement

基金项目:北京市卫生系统高层次卫生技术人才培养项目(编号:2009-02-03)

作者单位:100035 北京,北京积水潭医院放射科(王玲、汪伟、赵海竹、徐黎、程晓光);100035 北京,北京积水潭医院内分泌科(邓微);101300 北京,北京顺义医院放射科(姜繁、徐杰);510000 广州,广州军区总医院(柏瑞、欧陕兴);100039 北京,武警总医院放射科(嵇辉)

通讯作者:邓微,Email:dengwei95@163.com

世界卫生组织将肥胖定义为体质指数(BMI, 体重(kg)和身高(m)的比值)大于等于 30,肥胖在发展中国家和发达国家呈逐渐增多之势,在二十一世纪将成为一个重大的公共卫生问题^[1]。肥胖已被证实与糖尿病、心血管疾病、高血压、中风、高脂血症、胆囊疾病、骨关节炎、睡眠呼吸暂停综合征及多种癌症有关^[2-5]。研究显示腹部脂肪的过多堆积与

健康损害的相关性很强,并且局部脂肪的分布比总体脂肪量在预测心血管疾病及代谢性疾病上更有指示意义^[5-6]。目前能测量局部脂肪的方法较多,主要有人体测量法、超声、CT、MRI,而CT和MRI是测量腹部脂肪的金标准^[7]。但这些方法因种种原因离临床的实际需求仍有较大距离。定量CT主要用于骨密度测量,目前已有研究将其用于测量肌肉密度^[9],而定量的CT测量腹部脂肪及其测量结果的可靠性目前国内外尚未见报道。本研究笔者采用定量CT测量腹部脂肪,探讨其测量腹部脂肪面积及分布的重复性。

1 材料与方 法

1.1 一般资料

测量对象为因各种原因到北京积水潭医院行腰椎骨密度检查的患者,随机选取年龄在20~50岁之间患者共30例,其中女性15例,中位年龄为32.6岁,男性15例,中位年龄为34岁。排除影响腹部脂肪分布的严重的腹部疾病或代谢类疾病。

1.2 设备和扫描

采用东芝64排CT机加垫Mindways公司的5样本固体体模进行螺旋扫描(-120 kV、125 mAs),DFOV-400 mm,使用标准体部重建为层厚为1 mm的薄层Volume数据,图像传至Mindways公司的QCT骨密度测量分析软件(QCT PRO)工作站进行测量,该数据同时用于QCT骨密度和脂肪的测量。

1.3 测量和分析

运用QCT骨密度测量分析软件(QCT PRO)中的“tissue composition”功能分别测量L2、L3、L4、L5椎体中心层面的腹部脂肪面积(total adipose area, TAA)及腹内脂肪面积(visceral adipose area, VAA)。在Slicepick中通过定位像选取要测定的腹部断面(图1),tissue composition analysis根据自动阈值设定,脂肪与肌肉的阈值为脂肪平均CT值和肌肉平均CT值的一半,肌肉的上界为骨的CT值。软件对断面图像自动着色,区分脂肪成分和内脏肌肉成分(图2),使用Activate Closed Spline自动圈定腹壁肌肉外围(图3),以腹壁肌肉为界,区分腹内脂肪组织和皮下脂肪组织,继而通过软件自动计算腹部脂肪面积(TAA)及腹内脂肪面积(VAA),然后两者相减得皮下脂肪面积(subcutaneous adipose area, SAA)。

3名经过培训的测量者(2名住院医师、1名研 万方数据

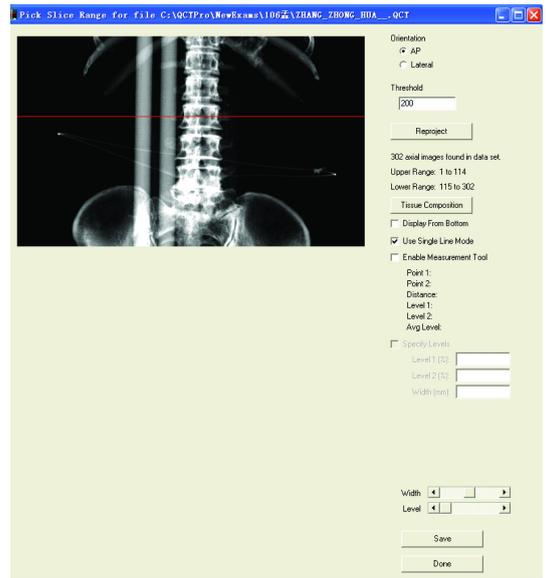


图1 在定位像中选取要测定的腹部断面

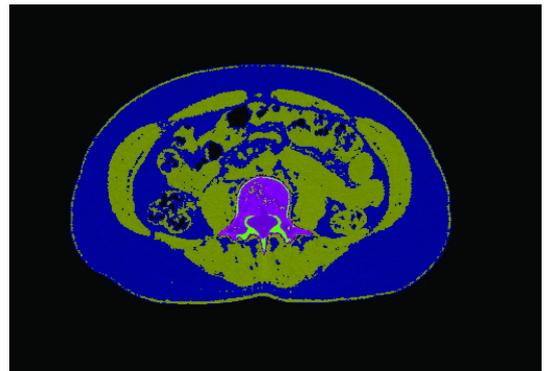


图2 依据自动密度阈值,断面图像自动着色,区分脂肪成分和内脏肌肉成分

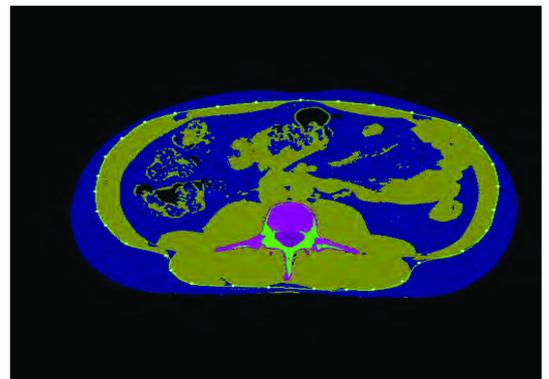


图3 自动圈定腹壁肌肉外围,区分腹内脂肪组织和皮下脂肪组织

究生)分别独立进行测量,记录测量数据及所需测量时间。1周后,其中一名测量者按照同样的方法重复测量一次。

1.4 数据分析

统计软件使用 SPSS 17.0。对不同测量者之间所测各层面脂肪面积均值差异的显著性及同一测量者不同时间测量值的均值差异的显著性采用重复测量方差分析。用组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)评价三名测量者及同一测量者 2 次测量值的可重复性, ICC 越接近 1 表明结果的一致性越好。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。数值以均数 \pm 标准差表示($\bar{x} \pm s$)。

表 1 表 1 3 名不同测量者及同一测量者前后两次 L2、L3、L4、L5 椎体中心层面 TAA($\text{cm}^2, \bar{x} \pm s$)

测量层面	测量者 1	测量者 2	测量者 3 第一次	测量者 3 第二次
L2 中心层面	222.89 \pm 111.39	221.40 \pm 109.89	222.26 \pm 113.57	223.99 \pm 113.28
L3 中心层面	230.43 \pm 97.36	229.64 \pm 99.11	231.53 \pm 103.58	230.52 \pm 99.86
L4 中心层面	236.67 \pm 96.66	237.07 \pm 96.63	237.89 \pm 97.84	239.22 \pm 97.33
L5 中心层面	253.35 \pm 102.60	257.10 \pm 102.55	261.97 \pm 119.66	259.39 \pm 105.54

注: L2 中心层面 ICC 0.995, L3 中心层面 ICC 0.996, L4 中心层面 ICC 0.997, L5 中心层面 ICC 0.989, * $P > 0.05$

表 2 3 名不同测量者及同一测量者前后两次 L2、L3、L4、L5 椎体中心层面 VAA($\text{cm}^2, \bar{x} \pm s$)

测量层面	测量者 1	测量者 2	测量者 3 第一次	测量者 3 第二次
L2 中心层面	113.65 \pm 62.91	112.81 \pm 62.18	111.59 \pm 62.26	111.19 \pm 62.38
L3 中心层面	102.06 \pm 49.90	102.39 \pm 50.64	101.43 \pm 50.03	101.33 \pm 51.51
L4 中心层面	87.15 \pm 40.45	85.79 \pm 39.71	85.40 \pm 38.65	86.14 \pm 38.17
L5 中心层面	83.15 \pm 30.75	81.87 \pm 29.55	83.78 \pm 32.67	83.23 \pm 29.49

注: L2 中心层面 ICC 0.993, L3 中心层面 ICC 0.996, L4 中心层面 ICC 0.990, L5 中心层面 ICC 0.974, * $P > 0.05$

表 3 3 名不同测量者及同一测量者前后两次 L2、L3、L4、L5 椎体中心层面平均 SAA/VAA 比

测量层面	SAA/VAA 比	最小值	最大值
L2 中心层面	1.14 \pm 0.58	0.37	2.15
L3 中心层面	1.46 \pm 0.81	0.65	4.33
L4 中心层面	2.00 \pm 1.08	0.72	5.13
L5 中心层面	2.23 \pm 1.04	0.63	4.37

3 讨论

肥胖被认为与多种心血管疾病和代谢类疾病相关, 并且流行病学研究证实肥胖是患病率和死亡率的一个独立危险因素^[10-12]。有研究认为腹内脂肪组织的增加比皮下脂肪组织的增加更容易导致肥胖相关性疾病^[11,13-15]。腹内脂肪可以像内分泌器官一样分泌被称作脂肪细胞因子的各种活性蛋白^[16]。脂肪细胞因子在 2 型糖尿病、代谢综合征、心血管疾病的等肥胖相关性疾病患者体内的水平较高^[16-20]。因此, 腹内脂肪的定量测量相较于腹部皮下脂肪而言, 对于预测肥胖相关性疾病的发生更有意义。

2 结果

3 名不同测量者及同一测量者前后两次 L2、L3、L4、L5 椎体中心层面 TAA 及 VAA 的均值相近, 无统计学显著差异($P > 0.05$); 3 名测量者及同一测量者不同时间两次测量 L2、L3、L4、L5 椎体中心层面 TAA 及 VAA 测量值之间高度一致(ICC > 0.900)(表 1、表 2)。L2、L3、L4、L5 椎体中心层面平均 SAA/VAA 比分别为 1.14 \pm 0.58、1.46 \pm 0.81、2.00 \pm 1.08、2.23 \pm 1.04(表 3)。使用该方法测量单层 TAA 及 VAA 所需时间为 3~6 min, 平均约 5 min。

目前局部脂肪测量的方法主要有人体测量法、超声、CT、MRI。人体测量法包括腰臀比、腰围、腹部矢径。人体测量法简便易用, 成本低而效果好, 无辐射, 并且与一些代谢指标和影像方法测量结果有一定的相关性^[7], 所以人体测量法作为衡量腹内脂肪的指标被广泛接受^[21]。但人体测量法的准确性和可重复性却很低。超声测量腹部脂肪能够区分皮下脂肪组织和腹内脂肪组织, 无辐射, 但其只能测量某一层面腹部脂肪的厚度而无法测量腹部脂肪面积及腹部脂肪量。MRI 和 CT 都能准确的定量测量 VAT 和 SAT。尽管据报导 MRI 和 CT 在不同测量者和同一测量者的测量重复性好^[22-24], 但 MRI 费用昂贵, 耗费时间, 且其测量的腹部脂肪可能会被高估^[8]。

QCT 测量腹部脂肪面积是建立在定量 CT 骨密度(QCT)测量扫描的基础上, 同一 CT 数据可以用于测量椎体骨密度。该 QCT 数据密度分辨率高, 测量方法直接、简便, 能清楚地区分皮下和腹内脂肪组织, 在获得定量测量结果的同时, 在腹部断面图像上清晰的显示腹部脂肪的分布情况。定量 CT 测量单

层面 TAA 及 VAA 所需时间平均约 5 min, 自动区分腹内及皮下脂肪, 自动获得脂肪面积结果, 准确快速, 便于临床操作。

本研究结果表明同一测量者前后测定的 TAA 及 VAA 的均值相接近, 无统计学差异; 不同测量者所测定的 TAA 及 VAA 的均值也无显著性差别, 提示同一测量者前后测定的数据以及不同测量者测定的数据有很好的-一致性, 因而定量 CT 测量腹部脂肪面积及腹内脂肪面积具有很好的重复性。早在 1980s, 就有研究认为腹部单层面脂肪面积可以评估整个腹部脂肪^[25]。后来又有研究认为腹部脂肪面积与腹部脂肪体积密切相关, 脐平面的腹部脂肪面积是最理想的能够代表整个腹部脂肪的指标^[26]。进行 CT 检查的射线剂量是制约定量 CT 进行腹部脂肪测量的主要因素, 但单层面扫描的射线剂量大大减低, 因而可以用定量 CT 测量单层面的脂肪面积去评估肥胖相关性疾病发生风险。对于进行骨密度检查的患者, 不仅获得骨密度结果, 也可了解腹部相关层面的脂肪面积及分布的情况, 从而帮助临床医生评估冠心病、糖尿病等疾病的风险, 不增加射线量。

本研究表明腹部脂肪层面越向下, 其脂肪分布 SAA/VAA 比值越大, 同时 TAA 及 SAA 越来越大, 但 VAA 越来越小。脐平面一般位于 L4-L5 层面, 而目前很多研究都认为脐平面的脂肪最多, 将脐平面的脂肪面积作为评估腹部脂肪的指标, 以便预测冠心病、糖尿病及代谢综合征等疾病的发生风险。本研究证实 VAA 在 L4、5 中心层面的值是小于 L2、3 中心层面的, 即 VAA 在腹部越向下越小, 所以尽管脐平面的总的脂肪面积是大于上腹部的, 但其腹内脂肪面积是小于上腹部的, 因而用脐平面的脂肪面积去预测肥胖相关性疾病的发生风险是值得商榷的。所以笔者将在下一步研究中确定哪一层面与腹部脂肪的相关性最好, 以更准确真实的评估肥胖相关性疾病的发生风险。

本研究的不足之处在于尽管腹壁肌肉内的脂肪面积相对整个腹部脂肪面积而言基本可忽略不计, 但以腹壁肌肉为界区分腹内及皮下脂肪, 腹内脂肪的测量结果会被轻微的高估。在分析腹部脂肪分布上, 本研究的样本人数较少, 无法充分说明腹部脂肪分布的情况, 故需要进一步的大样本研究去核实腹部脂肪分布的特点。

定量 CT 测量腹部脂肪准确、可重复及快速, 可区域性、简单、直观的评价皮下及腹内脂肪分布。因

而可用于大样本的临床研究、评估进行骨密度检查患者的腹部脂肪情况及作为评估代谢类疾病患者治疗前后疗效的临床常规检查。

【参 考 文 献】

- [1] [No authors]. Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation. World Health Organ Tech Rep Ser, 2000, 894:i-xii,1-253.
- [2] Must A, Spadano J, Coakley EH, Field AE, Colditz G, Dietz WH. The disease burden associated with overweight and obesity. JAMA, 1999, 282:1523-1529.
- [3] Burton BT, Foster WR, Hirsch J, Van Itallie TB. Health implications of obesity: an NIH Consensus Development Conference. Int J Obes, 1985, 9:155-170.
- [4] Kissebah AH, Freedman DS, Peiris AN. Health risks of obesity. Med Clin North Am, 1989; 73:111-138.
- [5] Kannel WB. Lipids, diabetes, and coronary heart disease: insights from the Framingham Study. Am Heart J, 1985, 110: 1100-1107.
- [6] Fox CS, Massaro JM, Hoffmann U, Pou KM, Maurovich-Horvat P, Liu CY, Vasan RS, Murabito JM, Meigs JB, Cupples LA, D'Agostino RB Sr, O'Donnell CJ. Abdominal visceral and subcutaneous adipose tissue compartments: association with metabolic risk factors in the Framingham Heart Study. Circulation, 2007;116:39-48.
- [7] Wajchenberg BL. Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome. Endocr Rev, 2000, 21:697-738.
- [8] Lonn L, Starck G, Alpsten M, Ekholm S, Sjostrom L. Determination of tissue volumes: a comparison between CT and MR imaging. Acta Radiol, 1999; 40:314-321.
- [9] 汪伟, 孔令懿, 李佳录, 钱占华. 定量 CT 肌肉密度的年龄变化趋势及其与骨密度的关系. 中国医学影像学杂志, 2011, 19 (12):903-908.
- [10] Hubert HB, Feinleib M, McNamara PM, Castelli WP. Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease: a 26-year follow-up of participants in the Framingham Heart Study. Circulation, 1983, 67: 968-977.
- [11] Larsson B, Svardsudd K, Welin L, Wilhelmsen L, Bjorntorp P, Tibblin G. Abdominal adipose tissue distribution, obesity, and risk of cardiovascular disease and death: 13 year follow up of participants in the study of men born in 1913. Br Med J (Clin Res Ed), 1984, 288: 1401-1404.
- [12] Jonsson S, Hedblad B, Engstrom G, Nilsson P, Berglund G, Janzon L. Influence of obesity on cardiovascular risk. Twenty-three-year follow-up of 22 025 men from an urban Swedish population. Int JObes Relat Metab Disord, 2002, 26: 1046-1053.
- [13] Lapidus L, Bengtsson C, Larsson B, Pennert K, Rybo E, Sjostrom L. Distribution of adipose tissue and risk of cardiovascular disease and death: a 12 year follow up of

- participants in the population study of women in Gothenburg, Sweden. *Br Med J (Clin Res Ed)*, 1984, 289: 1257-1261.
- [14] Peiris AN, Sothmann MS, Hoffmann RG, Hennes MI, Wilson CR, Gustafson AB et al. Adiposity, fat distribution, and cardiovascular risk. *Ann Intern Med*, 1989, 110: 867-872.
- [15] Anjana M, Sandeep S, Deepa R, Vimalaswaran KS, Farooq S, Mohan V. Visceral and central abdominal fat and anthropometry in relation to diabetes in Asian Indians. *Diabetes Care*, 2004, 27: 2948-2953.
- [16] Matsuzawa Y. Adipocytokines and metabolic syndrome. *Semin Vasc Med* 2005; 5: 34-39.
- [17] Hotamisligil GS, Shargill NS, Spiegelman BM. Adipose expression of tumor necrosis factor-alpha: direct role in obesity-linked insulin resistance. *Science*, 1993, 259(5091): 87-91.
- [18] Matsuzawa Y. Adiponectin: identification, physiology and clinical relevance in metabolic and vascular disease. *Atheroscler Suppl*, 2005, 6(2): 7-14.
- [19] Shimomura I, Funahashi T, Takahashi M, Maeda K, Kotani K, Nakamura T et al. Enhanced expression of PAI-I in visceral fat: possible contributor to vascular disease in obesity. *Nat Med*, 1996, 2(7): 800-803.
- [20] Stepan CM, Bailey ST, Bhat S, Brown EJ, Banerjee RR, Wright CM et al. The hormone resistin links obesity to diabetes. *Nature*, 2001, 409(6818): 307-312.
- [21] Wei M, Gaskill SP, Haffner SM, Stern MP. Waist circumference as the best predictor of noninsulin dependent diabetes mellitus (NIDDM) compared to body mass index, waist/hip ratio and other anthropometric measurements in Mexican Americans—a 7-year prospective study. *Obes Res*, 1997, 5(1):16-23.
- [22] Kobayashi J, Tadokoro N, Watanabe M, Shinomiya M. A novel method of measuring intra-abdominal fat volume using helical computed tomography. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 2002, 26(3): 398-402.
- [23] Ross R, Leger L, Morris D, de Guise J, Guardo R. Quantification of adipose tissue by MRI: relationship with anthropometric variables. *J Appl Physiol*, 1992, 72(2): 787-795.
- [24] Chowdhury B, Sjostrom L, Alpsten M, Kostanty J, Kvist H, Lofgren R. A multicompartiment body composition technique based on computerized tomography. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 1994, 18(4): 219-234.
- [25] Gary A. Borkan, Stephen G. Gerzof, Alan H. Robbins. Assessment of abdominal fat content by computed tomography. *Am J Clin Nuir*, 1982, 36(1):172-177.
- [26] Kentaro Furukawaa, Takuyuki Katabami, Yasuo Nakajimab. Evaluation of whole-abdominal fat volume by 700-slice CT scanning and comparison with the umbilical fat area anthropometric indices. *Obesity Research & Clinical Practice*, 2010, 4(2),111-117.

(收稿日期: 2012-07-16)

定量CT测量腹部脂肪面积及分布的重复性研究

作者: 王玲, 汪伟, 邓微, 姜繁, 徐杰, 赵海竹, 徐黎, 柏瑞, 欧陕兴, 嵇辉, 程晓光
作者单位: 王玲, 汪伟, 赵海竹, 程晓光(北京积水潭医院放射科, 北京, 100035), 邓微(北京积水潭医院内分泌科, 北京, 100035), 姜繁, 徐杰, 柏瑞, 欧陕兴(北京顺义医院放射科, 北京, 101300), 徐黎(广州军区总医院, 广州, 510000), 嵇辉(武警总医院放射科, 北京, 100039)
刊名: 中国骨质疏松杂志 
英文刊名: CHINESE JOURNAL OF OSTEOPOROSIS
年, 卷(期): 2012, 18(11)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_zggzsszz201211008.aspx