

定量 CT 骨密度测量(QCT)在骨质疏松症 诊治中的临床应用 2007 国际临床骨密度 学会(ISCN)共识摘录

程晓光 李勉文 李娜 余卫

中图分类号: R815 R68 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2012)11-0969-06

译者注

国际临床骨密度学会(ISCN)在 2007 年根据 Engelke 等十一位国际著名专家组意见,形成了 QCT 和外周定量 CT(pQCT)骨密度测量在骨质疏松诊疗的临床应用共识,全文发表在 Journal of Clinical Densitometry, 2008, 11:123-162 上。鉴于 pQCT 在国内尚未开展,省略该共识中关于 pQCT 的相关内容。本文作者通过仔细阅读和翻译该共识文章,摘录如下:

引言

定量 CT 骨密度测量(QCT)约在 1980 被用于临床,它是一种真正三维的体积骨密度测量技术,与其它密度测量技术相比具有许多优越性:首先,皮质骨和松质骨能够被分离出来,松质骨感兴趣容积(VOI)很大程度上不受脊柱退行性变的影响;其次,可以应用 3D 几何测量参数。QCT 主要用于脊柱、股骨近端、前臂和胫骨的骨密度测量。大约在同时代,双能 X 线骨密度仪(DXA)由于具有精密度高,电离辐射剂量小,实用,操作简单,费用低的特点,成为了 BMD 测量的标准。在过去的二十年里,用 DXA 测量得到的脊柱和髋部的面积 BMD 成了骨质疏松诊断和药物开发的主要评价手段。

近年来,对 QCT 的兴趣又有所增加。首先是 CT 技术的高速发展,特别是螺旋 CT 的引进,使对除了脊柱之外其它部位(如:股骨)的容积扫描和采集成为可能。另一个原因是 CT 独特的功能可以将皮质骨和松质骨分开测量,CT 还能提供骨的几何学

和骨小梁结构方面的信息。

鉴于对 QCT 兴趣的增加及 3D QCT 的广泛应用,ISCN 希望通过回顾分析 QCT 的临床应用情况,对 QCT 临床应用的共识做出更新。

QCT 扫描技术

1. CT

1.1 CT 校准

CT 扫描是基于 X 线技术,在临床 CT 机是将物质的衰减系数与水的 X 线吸收系数做校准。在经过适当校准的 CT 扫描仪上,水的 CT 值为 0。因此,与 DXA 不同,所有的 CT 扫描仪都进行了同等校准。

1.2 CT 数据采集

CT 扫描时,首先获取定位像(称为 scout 或 topogram),用来确定扫描范围和定位。在单排和双排 CT,可以做单层扫描。现在多排螺旋 CT 都采用螺旋体积采集。

1.3 CT 图像重建

CT 图像生成分为两个步骤:第一个步骤是原始图像的数据采集,第二个步骤是体层重建,它将采集的数据应用数学的方法加以计算。将这两个步骤分开是很重要的,因为操作者可以根据需要选择这两个步骤中的一系列参数,这些参数会影响图像的质量。例如扫描参数 KV、MAS、床高和螺距等,以及重建 FOV、层厚和重建函数(Kernel)参数均可影响测量结果,所以要求 QCT 扫描和重建参数要保持一致。

2. 定量 CT(QCT)

广义的 QCT 是指所有非肉眼的对 CT 图像进行分析的方法,一般需要有专门的软件来分析 CT 图

像获得定量参数。实际上在骨质疏松领域, QCT 就是指定量 CT 骨密度测量技术。即采用适当的体模和软件对人体特定部位的骨密度进行测量, 主要是腰椎椎体的松质骨测量, 也可以用于其他部位。QCT 所测得的骨密度是三维的, 或称为体积骨密度。目前有专业 QCT 骨密度测量系统, 由体模和分析软件组成, 可以用于几乎所有的临床 CT 机, 主要测量脊柱和髌部。

2.1 脊柱 QCT

腰椎 QCT 是 QCT 骨密度测量标准操作规程之一, 以往选择 T12 到 L4 中的三至四个椎体进行扫描, 在每个椎体的中间扫描一层, 层厚 8 ~ 10 mm。现在由于螺旋 CT 的引进, 扫描方案倾向于扫描 T12-L3 中的两个完整椎体, 扫描范围局限在两个椎体的原因是为了最大限度减少患者的辐射量。此外, 螺旋 CT 扫描厚度也由 8 ~ 10 mm 大幅减少到 1 ~ 3 mm, 从而提高了断层图像的空间分辨率。在脊柱单层 QCT, 主要的测量结果都是在椎体中间层面松质骨中选取椭圆形或头盔形感兴趣区的 BMD 值。伴随螺旋 CT 技术的引进, 在椎体完整采集的基础上, 脊柱 3D QCT 得到了发展。目前, 有专业 QCT 测量系统 (如 QCT Pro, Mindways Software, Inc., Austin, TX) 和一些大学开发的先进的研究工具可用于三维分析。

2.2 股骨近端 QCT

与脊柱 3D QCT 相比, 髌部 3D QCT 刚刚应用不久, 临床标准尚未建立。股骨近端 3D QCT 是在全身 CT 扫描仪上进行的, 扫描范围通常是股骨头上 1 ~ 2 cm 到股骨小转子下几厘米。到目前为止, 仅有一款商业软件包和少量大学开发的研究工具可用于髌关节 3D 分析。原则上感兴趣容积区选择在股骨颈、股骨粗隆和粗隆间区域, 但是不同分析方法之间存在很大差别, 而且相关标准也未建立。

2.3 辐射剂量

现代螺旋 CT 采用自动曝光技术最大限度减少扫描个体的辐射暴露。辐射剂量的减少程度取决于解剖位置。与标准扫描方案相比, 肩关节、肺部和骨盆扫描的辐射剂量减少最明显, 这些部位剂量减少能达到 50% 以上。QCT 的辐射剂量以有效剂量来表示, 单层扫描 3 个椎体, 小于 0.2 (mSv), 而三维 2 个椎体扫描约为 1.5 (mSv), 股骨近端扫描剂量会大些。

3. QCT 参数

密度测量技术的作用是通过测量某些参数来反

映骨的强度, 预测骨折危险以及评估年龄的影响和治疗的效果。骨密度 (BMD) 是最重要一个参数。然而, 骨密度并不能完全解释骨的强度, 还有其他参数可以改善骨折预测。QCT 比 DXA 更适合于实现这一目的, 因为 QCT 是一种 3D 技术, 除了可以测量骨密度之外, 还可以测量骨的 3D 几何参数。

3.1 BMD 测量

在 QCT 测量中, 骨密度是通过将椎体 CT 值与已知密度的标准体模进行校准获得的。与 DXA 不同, QCT 测量的骨密度单位为 mg/cm^3 , 是一种容积测量方法, 单层 QCT (因为层厚是已知的) 和 3D QCT 都是如此。3D QCT 的测量结果通常用 vBMD (容积 BMD) 表示, 或简称为 BMD。骨矿含量 (BMC) 可以通过骨密度 (BMD) 和已知的体积计算出来。

DXA 测量是被测容积的投影而不是容积本身, 因此, 它测量的是所谓的区域骨矿密度 (BMDa), 单位为 g/cm^2 。我们主张在将来要将 DXA 测得的 BMDa 与 QCT 测得的 BMD 严格地、明确地区分开来。

3.2 皮质骨和松质骨的分离

QCT 能将皮质骨和松质骨分开评价, 这是 QCT 的一种优势, 因为脊柱松质骨的代谢活性是皮质骨的八倍, 所以, QCT 测得的与年龄相关或治疗相关的骨密度 (BMD) 变化, 比 DXA 测得的整个椎体 (皮质骨和松质骨) 的区域骨密度 (BMDa) 变化大。由于 CT 空间分辨率的限制, 脊柱皮质 VOI 的准确测量有困难。

新的螺旋扫描方案, 尤其是髌关节扫描, 可能更适合用于皮质厚度测量, 因为它使用了更薄的层厚 (1 ~ 3 mm), 而且髌部的骨皮质厚度也较椎体厚。现代多层螺旋 CT 扫描仪可以提供各向同性的空间分辨率 (最低达 0.5 mm^3), 而旧扫描仪的轴向分辨率通常仅有 2 mm。

3.3 骨几何形态的影响

许多研究表明: 几何学参数与骨折最大荷载有着很高的相关性。脊柱终板区面积、横截面或椎体表面提高了骨密度与骨折荷载的相关性, 股骨颈横截面区、颈部轴长和皮层厚度被视为骨折载荷的独立预测因子。

理论上, 几何学参数对骨结构强度的预测应当是更加精确的, 因为几何学参数同时考虑了骨成分和骨结构对空间结构的影响, 而不是单纯考虑骨量。

4. 关于 QCT 诊断骨质疏松, 骨折预测和监测的总

体意见

4.1 骨质疏松诊断

一般来说,诊断时首先要回答这样一个问题:诊断对象是健康的?患病的?还是处于中间状态?基于这样的目的,我们需要对疾病作出定义。并且诊断标准必须是明确的。理想的状态是:能够通过一个定量的标准来评估疾病的严重程度,而且能够基于这样一个标准来指导疾病的治疗。

关于骨质疏松症这个概念的定义是:骨质疏松症是一种表现为由于低骨量、骨微细结构遭到破坏导致骨脆性和骨折风险增加的一种疾病。但是,这个定义并没有提供一个明确的诊断标准来指导判定患者是否存在骨质疏松。它仅仅明确指出:低骨量和骨微结构破坏是骨质疏松症的两个基本特征。目前,临床上还没有关于骨微细结构和骨脆性的测量工具,因此,DXA 所测得的 BMDa 成为诊断骨质疏松症的主要方法。

WHO 专家组基于脊柱、髋关节和前臂 DXA 测量所获得的 BMDa 制定出骨质疏松症的诊断标准,该标准使用 T 值这个概念,将患者分为四个等级:

正常:BMDa T 值 ≥ -1.0

低骨量:BMDa T 值介于 -1.0 和 -2.5 之间

骨质疏松:BMDa T 值 ≤ -2.5

严重骨质疏松:BMDa T 值 ≤ -2.5 , 并有至少一处脆性骨折

有一点必须清楚:该骨质疏松症诊断分级仅仅适用于 DXA,并不适用于包括 QCT 在内的其它密度测量技术。因为所有其它技术在正常人群中的标准差和与年龄相关的骨量流失与 DXA 是不同的。因此,如果根据 WHO 对骨质疏松症的定义,将 T 值 ≤ -2.5 这个标准应用在脊柱 QCT 中,诊断为骨质疏松症的患者人数将会增加。

许多研究都提到 QCT 和 DXA 之间 T 值不一致的问题。但仅有三个研究(一个关于男性,两个关于女性)更深入地比较了 DXA 和螺旋单层 QCT 之间 T 值的差异。尽管 WHO 标准仅适用于 DXA,基于同等敏感性和特异性这个基础,可以在 QCT 中使用等效 T 值这个概念。详细内容将在下面——“脊柱 QCT 能用于诊断骨质疏松症吗?”——这一章节详细介绍。

4.2 骨折预测

人们在使用为 DXA 量身定制的 WHO 诊断标准的同时,越来越关注该标准中未包含的其它重要骨折危险预测因子,如:年龄。因此,未来的治疗方

案将会是在 BMDa T 值诊断分级的基础上,结合骨折绝对危险因素评估一起来制定。具体的细节还在进一步讨论中,包括患者年龄和其它一系列导致骨质疏松性骨折的临床危险因素(如:体重指数、50 岁以后发生的脆性骨折、糖皮质激素的使用、类风湿性疾病、吸烟、过度饮酒、父母有骨折病史),以及低骨密度将会被考虑其中。最新的德国骨质疏松症诊治指南使用年龄、骨密度和普遍性椎体骨折来评价绝对骨折危险度。患者个人的绝对骨折危险度可以通过模型中个体相对危险因素计算得来。如果将从患者测得的骨密度值作为预测骨折危险度的决定性因素,那么,必须计算出与该患者同龄相关人群的骨折相对危险度(RR)。

相对危险度(RR)与标准化相对危险度(sRR)的-Z 次方成正比。

标准化相对危险度(sRR)通常是用相关年轻人群的标准差对非标准化危险梯度进行校正后获得的,因此,如果要用 QCT 来计算患者的骨折绝对危险度,必须首先获取参照数据和危险梯度。

有关脊柱和髋部单层及 3D QCT 的一系列不同人群参照数据已经发表。但由于这些研究均没有包含年轻个体(<65 岁)的参照数据,所以不能使用这些数据将危险梯度标准化。

可以通过以骨折为终点的前瞻性队列研究获得危险梯度。关于 QCT 的前瞻性队列研究很少。作为一种替代方式,如果将基于 DXA 的金标准平行地运用于 QCT,这些研究可能会采用横向研究的方法。在这样的情况下,经过校正后的标准化年龄校正比值比可以作为 QCT 的标准化危险梯度来使用。最近的德国骨质疏松症诊治指南中,对各种年龄校正标准化危险梯度模型做出了总结。

4.3 监测

一种以监测为目的的密度测量方法就是监测时间间隔(MTI),MTI 是由计算最小有意义变化(LSC)后得到的。LSC 指的是在 95% 可信区间内获得的改变,以百分比表示。MTI 定义为两次测量之间的时间间隔,所以变化上与 LSC 是一致的。MTI 通过计算研究对象的队列中位纵向应答率后获得。

作为一个监测技术,它的精确度和治疗后(如:药物干预)的预期反应率必须是可知的。

如果用骨密度(BMD)来监测抗吸收药物治疗效,DXA 的 BMDa 变化与骨折危险度变化之间的关系并不十分紧密。因此,不考虑技术应用层面上的因素,监测 BMDa 的变化,它的价值是有限的。但

是,这不是本文重点介绍的内容。

关于下述 ISCD 共识指南的几点说明:

- 所有指南均是由专家组依据证据的质量进行分类,证据质量包括良好、中等、较差三个等级:

- 良好——在代表性人群中运用良好的设计方案,方法获得的证据。

- 中等——证据足够支持研究结果,但证据的可信度受个体研究数量,质量或可重复性的限制。

- 较差——证据不足用来评估研究结果,原因可能是数量或质量有限,设计和路线实施存在明显错误,证据或信息连续性欠佳等。

- 推荐强度包括 A、B、C 三个等级:

- A 级——证据明确,强烈推荐;

- B 级——证据支持,推荐;

- C 级——根据专家意见作出的推荐。

- 适用范围包括 W 和 L 两个等级:

- W——适用于世界范围内使用;

- L——适合当地使用。

- 必要性也被反映出来,如果标有“必要”,则表明——这种方法的适应症或实施过程,它的健康获益要大于风险,必须应用于所有患者且长期预期得益应当不小。

ISCD 共识:腰椎 QCT

1. 技术要点

ISCD 共识

- 单层 QCT,扫描必须包括 L1-L3,3D QCT 扫描必须包括 L1、L2 等级:中等-B-W-必要

理由:单层 8 ~ 10 mm 层厚 QCT 和 3D QCT 在评价腰椎椎体中部松质骨骨密度上的效能几乎是同等的。

新的研究中,单层 CT 扫描方案通常包括 L1-L3 椎体或 L1-L4 椎体。如果 L1-L3 中的一个椎体不具备评估的条件,通常用 T12 或 L4 椎体来替代。

由于 3D QCT 的辐射剂量要比单层 QCT 大,因此,3D QCT 通常只扫描 L1 和 L2 两个椎体。如果 L1 或 L2 中的一个椎体不具备评估的条件,通常用 T12 或 L3 椎体来替代。

2. 脊柱 QCT 能用于评估骨折风险度吗?

ISCD 共识

对绝经后妇女,QCT 测量获得的脊柱松质骨 BMD 与 DXA 前后位获得的脊柱 BMD 至少具有同样预测椎体骨折的能力。没有足够证据显示该指南

适用于男性。

等级:中等-B-W-必要

理由:各种针对同一人群的脊柱 PA-DXA 和 QCT 的横断面研究可以计算出年龄校正后的标准化风险梯度。在所有研究中,QCT 可以和 PA-DXA 一样,或者较后者更好地预测脊柱骨折。

讨论:QCT 测得的松质骨 BMD 可以用来预测脊柱骨折,但其尚缺乏已发表的前瞻性研究,在这一点上较 DXA 略有欠缺。有两个研究调查了椎体骨折之外的其它骨折,但其中只有 Bergot 等报道了优势比(OR)。在该研究中,QCT 与 DXA 对外周骨骨折(Colles'骨折、锁骨、肱骨和跖骨骨折)的标准化的 OR 值无显著差异。将来,前瞻性骨折研究中应包括 QCT,使其证据等级得以提高。

ISCD 共识

- 还没有足够证据支持能将脊柱 QCT 应用于男性或女性髌部骨折危险度预测中。

等级:良好-A-W-必要

理由:目前仅有一个横向研究探讨了脊柱 QCT 和 DXA 两者在髌关节骨折预测方面差异。该研究认为:脊柱 QCT 测量松质骨 BMD 在预测髌部骨折的能力上不如 DXA。另一个研究探讨了脊柱 QCT 和髌关节骨折预测之间的关系,但没有给出相对危险度(RR)或 OR。

3. 脊柱 QCT 能用于诊断骨质疏松症吗?

ISCD 共识

- WHO 诊断分级标准不能被应用于 DXA 以外的其它测量技术,因为这些测量技术在股骨颈、全股骨、腰椎或者桡骨远端 1/3 测量获得 T 值与 DXA 衍生出的 T 值是不同的。

等级:良好-A-W-必要

理由:WHO 诊断标准的定义仅仅适用于 DXA。DXA 以外的其它技术还没有类似的分级标准,并不能说明这些技术存在问题,而是说明 WHO 分级标准存在某些不足。WHO 分级标准的局限性是有历史原因的,因为 WHO 分级标准制定的时候,仅有 DXA 提供了适当的流行病学资料。在脊柱,QCT 测得的 T 值比 DXA 测得的 T 值低。

T 值定义了一个非年龄依赖性阈值,该阈值取决于 DXA 对相关正常年轻人群测得的平均 BMD 和标准差。WHO 标准的固有缺陷在于该标准不适用于其它密度测量技术,这是由于其它密度测量技术的标准差和与年龄相关的骨丢失,与 DXA 相比是不同的。而且,一些研究比较了 DXA 和脊柱 QCT 在

区分骨折方面的差异,可能可以通过这些研究计算出等同于 DXA(阈值 $T = -2.5$) 的脊柱 QCT 诊断阈值。

临床应用中,单层 QCT 脊柱松质骨 BMD,骨量减少的阈值为 120 mg/cm^3 (相当于 DXA 的 T 值 $= -1.0$),骨质疏松症的阈值为 80 mg/cm^3 (相当于 DXA 的 T 值 $= -2.5$)。专家建议的平均 T 值 $= -3.4$ 。

如上所述,对于不同的密度测量技术,首先必须获取年龄校正标准化危险梯度,该梯度取决于参照数据,因此具有种群依赖的特点。目前,还没获得用来诊断的年龄依赖的准确 Z 值。最近出版的德国指南推导出了女性年龄依赖 QCT Z 值。基于 BMD 和年龄,脊柱和髌部的 10 年绝对骨折危险度为 20%。

绝对骨折风险的使用也将提高不同测量方法间的可比性。例如,脊柱 QCT 诊断阈值 T 值 $= -3.3$,是根据普遍性椎体骨折时,脊柱 DXA 和 QCT 在相同的敏感度基础上计算出来的。但是,由于脊柱 QCT 年龄校正标准化危险梯度较高,QCT 在 T 值 $= -3.3$ 时计算出来的该人群骨折风险度比脊柱 DXA T 值 $= -2.5$ 时计算出来的该人群骨折风险度高。使用绝对骨折危险度可以最大程度减少这种差异。

4. 脊柱 QCT 能用于指导初始化治疗吗?

ISCD 共识

- 脊柱和股骨中轴 DXA 测量是指导治疗的好方法,如有可能,应尽量使用。但是,如果无法进行中轴 DXA 检查,而脊柱 QCT 使用特定阈值,结合临床危险因素评估后认为存在骨折的可能,则可以开始药物治疗。

等级:中等-B-W-必要

理由:如第二节所述,脊柱 QCT 的可用于脊柱骨折的预测。因此,如果由 QCT 测得的脊柱 BMD 的足够低,同时有其他危险因素存在,开始初始化治疗是合适的做法。但是,目前这一建议仅仅是专家的意见,因为目前还没有足够的科学证据来界定 QCT 的阈值。

5. 脊柱 QCT 能用于疗效监测吗?

ISCD 共识

腰椎 QCT 测量松质骨 BMD 能用于监测与年龄、疾病和治疗相关的 BMD 改变。

等级:中等-B-W-必要

理由:相对于 25 岁时的 BMD,25 ~ 75 岁腰椎松

质骨 BMD 每年减少 1% ~ 1.2% (平均:1.18%)。相对于 50 岁时的 BMD,更年期妇女的 QCT BMD 下降加速,每年减少约 1.8 ~ 2.2%;绝经后妇女,BMD 每年减少 1.5% ~ 1.8% (平均:1.67%)。QCT 测得的脊柱松质骨 BMD 测量精度,介于 1.3% 和 2.4% 之间,最小有意义变化(LSC)介于 3.3% 和 6.6% 之间。因此,如果有 2% 的变化,监测间隔时间(MTI)将介于 1.7 和 3.3 年之间;1% 的变化,MTI 将是原来的两倍。

大部分文献的参照数据还包含男性的数据。男性的年龄相关性变化比较小(平均:0.91%),而且没有骨质流失加速期。相对于 25 岁时的 BMD,男性的骨质流失每年处于 0.85% 和 1.05% 之间,假设在 2% 的精度情况下,MTI 为 5 ~ 6 年。

治疗方面,脊柱 3D QCT 已被成功地用于监测女性在使用阿仑、雷洛昔芬,甲状旁腺素后松质骨 BMD 变化的前瞻性研究。也有关于使用旧的单层 QCT 监测阿仑膦酸钠、降钙素、钙剂、雌激素、运动疗法、泼尼松、甲状旁腺素和替勃龙治疗后 BMD 变化的前瞻性研究报道。大多数研究主要是关于绝经后女性的评估,但也有部分绝经前或绝经后早期女性的相关研究。还有部分研究是关于脊柱和髌部 DXA。在男性中,有关于使用旧的单层 QCT 对阿仑/甲状旁腺素、睾酮和钙剂治疗效果的前瞻性研究报道。

QCT 的质量保证和质量控制(QA/QC)

ISCD 共识

- 对 QCT 而言,不同设备骨密度测量不能直接比较

等级:良好-A-W-必要

- 对 QCT 而言,在前瞻性试验或临床稳定设备的等效研究上,必须独立确保不同设备在骨折危险度预测上的稳定性。

等级:良好-B-W-必要

- 在临床应用前,必须对操作者和分析者进行特定 QCT 设备的教育和培训

等级:良好-A-W-必要

- 必须定期进行质量控制操作

等级:良好-A-W-必要

讨论:为确保 CT 采集和分析质量,强烈推荐对脊柱和髌部 QCT 操作执行以下步骤:

- 必须建立新的活体 QCT 技术精度。然而,基于

辐射方面的考虑,不建议对每个临床设备再次确认活体精度。相反,应当通过体模数据建立采集精度,通过对病人数据的再分析建立分析精度。

- 无论是否进行患者检查,必须每星期至少一次,用质量有保证的体模进行校正,这样可以保证不同时间上扫描的稳定性。
- 必须保持每个患者扫描方案一致。

未来研究的其它问题

1. 前瞻性研究的必要性

对脊柱中轴 QCT 进行前瞻性研究是有必要的,这样可以为确定松质骨 BMD 在预测骨折风险上的能力提供更有力的证据。下面的问题有待解决:

- 脊柱,髋部和前臂测量发现松质骨 BMD 降低,椎体骨折的相对危险度是多少?
- 脊柱,髋部和前臂测量发现松质骨 BMD 降低,髋部骨折的相对危险度是多少?
- 股骨颈部或转子的感兴趣区每降低一个标准松质骨 BMD,这些部位的相对骨折危险度是不是比其感兴趣区?

2. 关于治疗阈值需要解决的问题

如前所述,关于 QCT 治疗阈值的证据还很不充分,因此,下列问题有待研究:

- 脊柱 QCT 的初始化治疗阈值是多少?
- 桡骨超远端和近端 pQCT 的初始化治疗阈值是

多少?

- 能用髋部 QCT 定义初始化治疗阈值吗?

3. 髋部 QCT

应考虑将髋关节 QCT 应用于临床当中。但这有赖采集方案的优化,为了提高临床可接受度,必须降低辐射的剂量。此外,为建立的这个方案需要解决以下问题:

- 与 DXA 相比,优化感兴趣容积的 BMD 组合,特别是几何信息的组合,QCT 能否显著改善预测髋部骨折的能力?
- 髋部 QCT 能否被专门用于识别高风险个体的骨折风险?
- 股骨 QCT 能否成为评价不同的抗骨质疏松药物疗效差异的首选工具?

总结

ISCD 共识描述了 QCT 在骨折风险评估、诊断、初始化治疗、骨质疏松症临床评估及 BMD 监测方面的应用。对 QCT 技术及其在骨密度上的应用进行深入回顾后,ISCD 共识的支持证据也已发表。由于 QCT 正处于快速发展阶段,可以预见的是,随着新的研究数据出现,QCT 技术在未来的 ISCD 共识发展会议上将会得到进一步改进。

(收稿日期:2012-07-25)

多发骨质疏松性椎体的急性或亚急性骨折的 MRI 表现

王晨 程克斌 蒋雯 李葆青 孙金磊 程晓光 于爱红 张军 张晶

中图分类号: R815 R68 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2012)11-0975-05

摘要: **目的** 探讨多发骨质疏松性椎体骨折中,急性或亚急性椎体骨折的 MRI 表现。**方法** 回顾性分析 74 例经我院诊治的多发骨质疏松性椎体骨折的临床资料与 MR 图像,在 MR 图像上,把骨折椎体按形态分为 5 型:正常,楔形变、双凹变形、单凹变形和挤压变形(即椎体后缘压缩骨折);按椎体高度压缩严重程度分为 4 度:正常,轻度、中度和重度;根据急性或亚急性骨折椎体的分布情况分为:单发骨折,多发连续骨折和多发不连续骨折。MR 图像评价由两位有多年诊断经验的骨骼肌肉系统放射医生完成,当有异议时,通过协商达成一致。应用 Fisher's 精确概率法进行统计学分析。**结果** 在 74 例患者中,共有 592 个椎体纳入研究,骨折椎体有 280 个,占 47.3%。其中 101 个椎体为急性或亚急性骨折,占椎体骨折的 36.1%。椎体形态改变:楔形变 23 个(22.8%),双凹变形 60 个(59.4%),单凹变形 16 个(15.8%),挤压变形 2 个(2.0%)。椎体高度压缩程度:轻度压缩 20 个(19.8%),中度压缩 44 个(43.6%),重度压缩 37 个(36.6%)。急性或亚急性骨折椎体的分布:单发 54 例(73.0%),多发连续 11 例(14.9%),多发不连续 9 例(12.2%)。**结论** 在多发骨质疏松性椎体骨折中,MRI 特点有助于急性或亚急性椎体骨折的诊断。

关键词: 椎体骨折;骨质疏松;急性;亚急性;磁共振成像

The magnetic resonance imaging of the acute or subacute vertebral fracture in multi-level osteoporotic vertebral fractures WANG Chen, CHENG Kebin, JIANG Wen, et al. Department of Radiology, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China

Corresponding author:ZHANG Jing, Email: zhangjing7007@sohu.com

Abstract: Objective To investigate the MR imaging characteristic of the acute or subacute vertebral fracture in multi-level osteoporotic vertebral fractures. **Methods** Seventy-four patients with multi-level osteoporotic vertebral fractures who underwent MRI were retrospectively analyzed. On MRI, according to the morphology, the vertebrae were classified as five types: normal, wedge, biconcave, uniconcave and crush. According to the severity of vertebral height reduction, the vertebrae deformity was classified as normal, mild, moderate and severe. The extent of the acute or subacute vertebral fracture was classified as single fracture, multiple continuous fractures or multiple discontinuous fractures. All MRI data were analyzed by two senior musculoskeletal radiologists in consensus. The Fisher's test was used for statistical analyses. **Result** 592 vertebrae of the 74 patients were reviewed, 280 (47.3%) of them were fracture. and 101 (36.1%) were acute or subacute vertebral fractures. Among the 101 vertebral fractures, 23(22.8%) were wedge deformity, 60(59.4%) were biconcave, 16(15.8%) were uniconcave, 2 were crush (2.0%). 20 vertebrae (19.8%) were mildly deformity, 44 vertebrae (43.6%) were moderate deformity, and 37 vertebra (36.6%) were severe deformity. 54 (73.0%) patients were present as single fracture, 11 (14.9%) were multiple continuous fracture and 9 (12.2%) were multiple discontinuous fracture.

基金项目:北京市卫生系统高层次卫生技术人才培养项目(2009-2-03)
作者单位:100035 北京,北京积水潭医院放射科(王晨、程克斌、蒋雯、张晶、于爱红、张军、程晓光);100043 北京,北京市石景山医院医学影像科(李葆青、孙金磊)
通讯作者:张晶,Email:zhangjing7007@sohu.com

Conclusion In multi-level osteoporotic vertebral fractures, the MR imaging features was helpful for diagnostic acute or subacute vertebral fractures.

Key words: Vertebral fracture; Osteoporosis Acute, Subacute Magnetic resonance imaging

骨质疏松性椎体骨折在老年人非常常见, 可以导致严重的畸形及致死。经皮椎体成型术是目前最常用的治疗骨质疏松性椎体骨折的方法。在多发性骨质疏松性椎体骨折中, 选择需要治疗的椎体是非常困难的。只有急性或亚急性椎体骨折需要行手术治疗, 陈旧的椎体骨折多采用保守治疗。因此准确判定骨折椎体是否为急性或亚急性骨折非常必要^[1-2]。以往的研究多应用 X 线平片来评价骨质疏松性椎体骨折, 但其在判定急性或亚急性椎体骨折时有时比较困难, 尤其在多发椎体骨折时。只有很少的文献报道了 MRI 在多发性骨质疏松性椎体骨折中的评价^[3-5]。本文的目的是探讨在多发骨质疏松性椎体骨折中, 急性或亚急性椎体骨折的 MRI 表现。

1 材料与方法

1.1 材料

从 2011 年 5 月至 2012 年 5 月经我院诊治的骨质疏松性椎体骨折患者的临床与影像学数据库中, 选取符合标准的病例。纳入标准: 患者均行脊柱 MRI 检查, 且至少有两个椎体畸形, 其中须包括一个急性或亚急性骨折椎体。排除标准: 有明确的创伤史(如车祸, 高处坠落伤等), 病理性骨折, 其他代谢性异常。共有 582 例患者, 其中 74 例患者符合该标准被纳入本研究中, 女性 53 例, 男性 21 例, 平均年龄 70.39 ± 8.70 岁(最小 51 岁, 最大 90 岁)。

1.2 方法

1.2.1 MRI 检查:所有的 MRI 检查采用 1.5T(GE Signa Excite HD TWINSPEEED) 或 1.5T(SIEMENS MAGNETOM ESPREE) 磁共振机进行扫描; 均采用脊柱表面线圈; 扫描序列包括矢状位 T1WI($TR/TE = 550 - 600/10 - 12ms$), 矢状位 T2WI($TR/TE = 3000 - 3200/102 - 108 ms$), 矢状位 STIR($TR/TE/TI = 3500 - 3600/66 - 68/160ms$); 层厚 4 mm, 层间距 0.4 mm; 矩阵分别为 $352 \times 224, 416 \times 256, 384 \times 224$ 或 $320 \times 272, 320 \times 253, 320 \times 224$; FOV 为 300 mm。

1.2.2 MRI 影像评价:所有的 MRI 均由两位有多诊断经验的骨骼肌肉系统放射医生进行分析, 并达成一致意见。

MRI 的阅读:在图像后处理工作站上, 对 MRI 进行阅片。

MRI 评价标准:急性或亚急性椎体骨折与慢性椎体骨折的评价: 在脂肪抑制(STIR)序列图像上, 椎体形态正常或畸形, 且椎体内表现为高信号的骨髓水肿(图 1)。慢性椎体骨折: 在 STIR 序列图像上, 椎体形态畸形, 但椎体内无高信号的骨髓水肿(图 1)。

椎体形态评价:采用修订的 Genant HK 半定量椎体骨折分析法^[6], 根据椎体形态分为 5 型: 正常, 楔形变, 双凹变形, 单凹变形和挤压变形。楔形变是指椎体后部的高度高于椎体前部; 双凹变形指椎体前后部高度一致, 椎体双侧中部高度减低, 且低于前后部高度; 单凹变形指椎体前后部高度一致, 椎体单侧中部高度减低, 且低于前后部高度; 挤压变形指椎体后部高度低于椎体前部高度。

椎体高度压缩程度的评价:根据 Genant HK 等^[6]的半定量椎体骨折法进行分型, 即在矢状位上, 塌陷椎体的高度与相邻正常椎体的高度相比较, 压缩程度 20% ~ 25% 为轻度压缩, 26% ~ 40% 为中度压缩, 大于 40% 为重度压缩。

急性或亚急性椎体骨折分布情况评价:根据急性或亚急性椎体骨折的分布情况分为单发骨折, 多发连续骨折, 多发不连续骨折。单发骨折是指只有一个椎体为急性或亚急性椎体骨折(图 2); 多发连续指有两个或两个以上椎体为急性或亚急性椎体骨折, 且至少有两个椎体相邻(图 3); 多发不连续指有两个或两个以上椎体为急性或亚急性椎体骨折, 但是急性或亚急性骨折椎体不相邻(图 1)。

1.2.3 统计学分析:所有患者的一般资料和影像学数据收集在 Excel 数据库, 统计分析采用 SPSS Statistics。分别计算急性或亚急性椎体骨折和慢性椎体骨折的形态改变、高度压缩的程度、椎体位置和分布频数。应用 Fisher's 精确概率法检验慢性骨折椎体与急性或亚急性骨折椎体的形态改变构成的差异; 慢性椎体骨折与急性或亚急性骨折椎体的椎体高度压缩严重性构成的差异; $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

在 74 例为多发性骨质疏松性椎体骨折中, 共

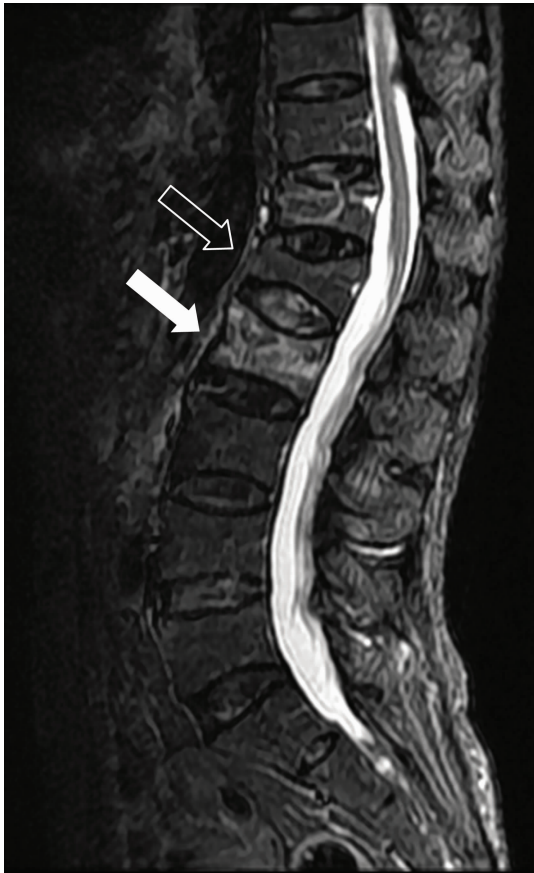


图 1 男性,84 岁,无明确外伤史,腰痛 1 周;STIR 序列图像可见腰 2 椎体(白箭)轻度单凹变形,骨髓水肿,为急性或亚急性椎体骨折;胸 12 椎体中度楔形变,骨髓水肿,为急性或亚急性椎体骨折;腰 1 椎体(空箭)重度楔形变,未见骨髓水肿,为慢性椎体骨折。胸 12 与腰 2 椎体不相邻,为多发不连续骨折。



图 2 男性,74 岁,腰部疼痛 1 月,加重 2 天;STIR 序列图像可见腰 1 椎体(白箭)中度楔形变,骨髓水肿,为急性或亚急性椎体骨折。腰 1 椎体单发骨折。

592 个椎体(从胸 10 到腰 5)纳入研究,骨折椎体有 280 个,占 47.3%,分布情况(表 1),其中 101 个椎体为急性或亚急性椎体骨折,占骨折椎体的 36.1%。80 个(80/101,79.2%)发生在胸 12-腰 3 椎体,以腰 1 最为多见。

急性或亚急性椎体骨折的分布:单发骨折 54 例,多发连续骨折 11 例,多发不连续骨折 9 例。

椎体形态改变:慢性椎体骨折和急性或亚急性椎体骨折分别为楔形变 53 个和 23 个,双凹变形为 80 个和 60 个,单凹变形为 22 个和 16 个,进行 Fisher's 精确概率法检验, $P=0.176, \alpha=0.05$,差别无统计学意义,即慢性椎体骨折和急性或亚急性椎体骨折的楔形变,双凹变形和单凹变形构成无显著性差异。在挤压性椎体畸形中,慢性椎体骨折(24 个)比急性或亚急性椎体骨折(2 个)多见。

椎体高度压缩严重程度:慢性椎体骨折和急性或亚急性椎体骨折分别为椎体中度压缩 67 个和 44 个,重度压缩 47 个和 37 个,进行 Fisher's 精确概率法检验, $P=0.560, \alpha=0.05$,差别无统计学意义,即慢性椎体骨折和急性或亚急性椎体骨折的中度压缩和重度压缩构成差异无显著性。在轻度椎体压缩中,慢性椎体骨折(65 个)比急性或亚急性椎体骨折(20 个)多见。

表 1 在多发骨质疏松性椎体骨折中骨折椎体的分布表

骨折椎体 类型	椎体位置								合计
	胸 10	胸 11	胸 12	腰 1	腰 2	腰 3	腰 4	腰 5	
慢性骨折	7	22	24	19	22	25	25	35	179
急性或亚急性骨折	1	8	19	28	18	15	8	4	101
合计(个)	8	30	43	47	40	40	33	39	280

3 讨论

骨质疏松症是一种以骨量降低、骨微结构破坏、

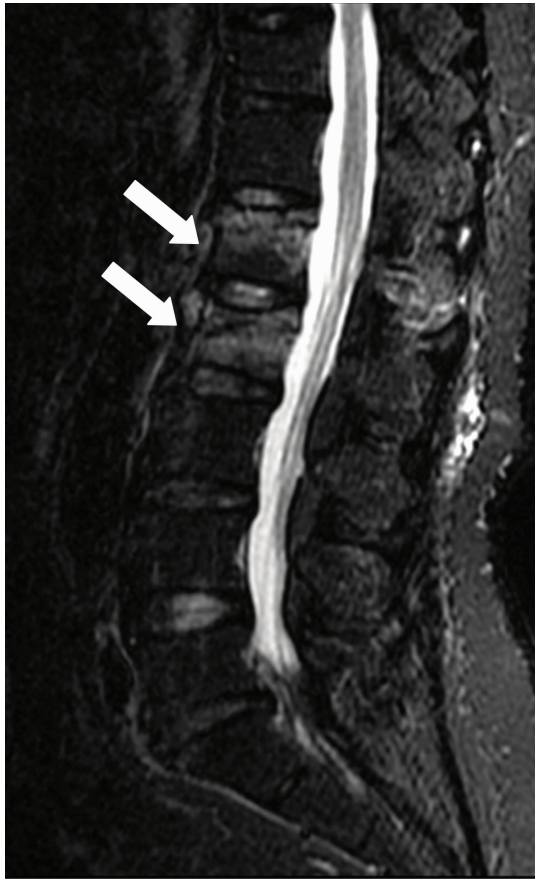


图 3 女性,53 岁,扭伤致腰部疼痛 5 天;STIR 序列图像可见腰 1、腰 2(白箭)椎体轻度楔形变,骨髓水肿,为急性或亚急性椎体骨折。腰 1、腰 2 椎体相邻,为多发连续骨折。

骨脆性增加、骨强度下降、骨折风险性增大为特征的全身性、代谢性骨骼系统疾病。骨质疏松骨折多见于老年、女性人群,多有轻微外伤(指平地或身体重心高度跌倒所引起的损伤)或没有明显外伤史,甚至在日常活动中也可发生。脊柱是骨质疏松骨折最常见的部位,其中约 85% 有疼痛症状,其余 15% 可无症状。脊柱胸腰段的骨质疏松骨折约占整个脊柱骨折的 90%,并且致残率、致死率较高,严重威胁老年人的身心健康、生活质量和寿命^[7]。

在骨质疏松性椎体骨折中,根据椎体骨折的时间,可分为急性、亚急性和慢性骨折,根据骨折椎体产生的临床症状分为疼痛性骨折椎体和非疼痛性骨折椎体。疼痛性椎体是指急性或亚急性椎体骨折,而非疼痛性椎体是指慢性骨折。

许多学者选择急性或亚急性骨折椎体行经皮椎体成型术治疗^[1-2]。因此准确判定急性或亚急性骨折椎体是非常必要的。在 X 平片上,判定椎体是否是急性或亚急性骨折是非常困难的。目前最佳的判

定急性或亚急性椎体骨折检查手段是 MRI 的脂肪抑制序列。骨髓水肿是判定椎体是否为急性或亚急性椎体骨折的依据。在矢状位 T2WI 脂肪抑制序列或 STIR 序列上,可清楚显示椎体内有无骨髓水肿。MRI 不仅能判定椎体骨折是否为急性或亚急性,也能清晰显示椎体的形态改变、高度压缩严重程度以及椎管狭窄程度,从而为临床的诊断及治疗提供依据。但是在 MRI 上,由于椎体内骨髓水肿的吸收时间个体差异较大,因此通过 MRI 来判定椎体骨折的时间比较困难^[8]。Yamato et al^[8] 等认为椎体骨髓水肿随着时间会逐渐吸收,但是可持续存在 2~5 个月。

在本研究中,急性或亚急性骨折椎体分布有如下特点:主要出现在腰 1 椎体,其次为胸 12 椎体、腰 2 椎体、腰 3 椎体、胸 11 椎体、腰 4 椎体,最后是胸 10 椎体和腰 5 椎体,这与椎体畸形的分布一致。

椎体形态改变与慢性骨折椎体、急性或亚急性骨折椎体的关系:椎体楔形变、双凹变形和单凹变形在慢性椎体骨折和急性或亚急性椎体骨折中差异无显著性,但是在挤压变形中,慢性椎体骨折多于急性或亚急性椎体骨折,这可能与椎体畸形分布有关,因为椎体挤压变形多见于腰 5 椎体,但是急性或亚急性椎体骨折多见于胸 12~腰 3 椎体,而在腰 5 椎体较少出现。

在多发骨质疏松性椎体骨折中,急性或亚急性骨折椎体分布多为单发,多发少见。

椎体高度压缩严重程度与急性或亚急性椎体骨折的关系:在多发椎体畸形中,不能通过椎体的压缩程度来判定是否是急性或亚急性骨折,急性或亚急性椎体骨折可以是轻度压缩或中度压缩,也可以是重度压缩,这可能与椎体反复多次骨折有关,因此急性或亚急性骨折可以是先前陈旧椎体骨折,也可以是新出现的椎体骨折。

本研究的局限性:本研究为回顾性研究,有一定的局限性。一是不同患者受伤时间至进行 MR 检查时间不同,所以没有分析此时间间隔对 MR 图像表现的影响;二是没有对急性或亚急性骨折椎体进行随诊观察其动态变化;也没有分析急性或亚急性骨折椎体与临床的相关性。

4 结论

在多发骨质疏松性椎体骨折中,MRI 特点有助于急性或亚急性椎体骨折的诊断。

【参 考 文 献】

[1] Kallmes DF, Jensen ME. Percutaneous vertebroplasty. Radiology, 2003, 229: 27-36.

[2] Mathis JM, Barr JD, Belkoff SM, et al. Percutaneous vertebroplasty: a developing standard of care for vertebral compression fractures. AJNR Am J Neuroradiol, 2001, 22: 373-381.

[3] Tanigawa N, Komemushi A, Kariya S, et al. Percutaneous Vertebroplasty: Relationship between Vertebral Body Bone Marrow Edema Pattern on MR Images and Initial Clinical Response. Radiology, 2006, Apr, 239(1): 195-200.

[4] Yang HL, Wang GL, Niu GQ, et al. Using MRI to Determine Painful Vertebrae to be Treated by Kyphoplasty in Multiple-level Vertebral Compression Fractures: a Prospective Study. J Int Med Res, 2008, Sep-Oct, 36(5): 1056-1063.

[5] 陈立坚,时忠先,陈广,等. 老年骨质疏松性椎体压缩骨折的 MRI 分析. 右江医学, 2009, (37)5: 564-565.

[6] Genant HK, Wu CY, Van Kuijk C, et al. Vertebral fracture assessment using a semiquantitative technique. J Bone Miner Res, 1993, 8: 1137-48.

[7] 中华医学会骨科学分会. 骨质疏松骨折诊疗指南. 中华骨科杂志, 2008, 28, 10: 875-878.

[8] Yamato M, Nishimura G, Kuramochi E, et al. MR appearance at different ages of osteoporotic compression fractures of the vertebrae. Radiat Med, 1998, Sep-Oct, 16(5): 329-34.

(收稿日期: 2012-07-19)

腰椎定量 CT 与双能 X 线骨密度测量 对老年男性骨质疏松的诊断效能比较

李晓玉 李娜 苏永彬 李谨 朱玲 程晓光 张萍

中图分类号: R815 R68 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2012)11-0980-04

摘要: **目的** 评估腰椎定量 CT 与双能 X 线骨密度测量诊断老年男性骨质疏松的效能。**方法** 连续选取 2012 年 2 月至 2012 年 8 月期间于北京积水潭医院干部科住院的老年男性患者,共 59 例,年龄 54~92 岁。本组病例均行腰椎正位和髋关节 DXA 及腰椎 QCT 检查,且两项检查间隔时间不超过 1 个月。**结果** 采用世界卫生组织(WHO)DXA -2.5 SD 和国际临床骨密度学会(ISCN)腰椎 QCT <80 mg/cm³ 的骨质疏松诊断标准,DXA 诊断本组病例腰椎、髋关节及腰椎或髋关节任一部位骨质疏松的检出率分别为 0%、8.5% 和 8.5%。腰椎 QCT 诊断本组病例骨质疏松的检出率为 35.6%。其中腰椎 QCT 诊断为骨质疏松而腰椎正位 DXA 未诊断者 21 例,占 35.6%,其中 3 例 CT 显示有骨质疏松性椎体骨折;腰椎 QCT 诊断为骨质疏松而髋关节 DXA 或任一部位 DXA 未诊断者均为 16 例,占 27.1%。**结论** 腰椎 QCT 比髋关节 DXA 及腰椎正位 DXA 对老年男性骨质疏松的诊断更敏感。腰椎 QCT 骨密度测量对老年男性的骨质疏松诊断具有较高的临床价值。

关键词: 骨质疏松;骨密度;腰椎;体层摄影术;X 线计算机;密度测定法;X 线

Diagnosis of osteoporosis in elderly males: comparison of QCT with DXA LI Xiaoyu, LI Na, SU Yongbin, et al. Department of Radiology, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China

Corresponding author: ZHANG Ping, Email: zhpfreefly@yahoo.com.cn

Abstract: **Objective** To investigate the difference of detection rate of osteoporosis using quantitative CT (QCT) and dual X-ray absorptiometry (DXA) in elderly males. **Methods** 59 elderly males were recruited consecutively in this study. The age ranged from 54 to 92 years. All of the subjects underwent spine and hip DXA scan, and lumbar spinal QCT within one month. **Results** According to the WHO DXA -2.5 SD and ISCD QCT <80 mg/cm³ osteoporosis diagnosis criteria, the detection rate of osteoporosis using DXA were 0%, 8.5% and 8.5% at PA spine, any femur, and any site, respectively. The detection rate of QCT was 35.6%. Twenty one subjects (35.6%) were diagnosed as osteoporosis by QCT, but not by spinal PA DXA and 3 of them had osteoporotic vertebral fractures, 16 subjects (27.1%) were diagnosed as osteoporosis by QCT, but not by DXA at any femur and any site. **Conclusion** QCT is superior to DXA in detecting osteoporosis in elderly males.

Key words: Osteoporosis; Bone density; Lumbar vertebrae; Tomography; X-ray computed; Densitometry; X-ray

骨质疏松症是一种进行性发展的、全身性的骨骼系统疾病,以骨量减低和骨组织微结构退化为特征,并导致骨强度减低、骨脆性增加以及骨折易感性

增高^[1]。脆性骨折是骨质疏松症最常见的并发症之一,可使患者致残,并严重影响患者的生活质量。因此,对骨质疏松症的早期诊断和预防非常重要,其早期诊断的主要方法是骨密度(bone mineral density, BMD)测量。

双能 X 线骨密度测量(Dual energy X-ray absorptiometry, DXA)和定量 CT 骨密度测量(Quantitative CT, QCT)是目前临床工作中应用最为

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:2009-2-03)

作者单位:100035 北京,北京积水潭医院干部科(李晓玉、张萍);100035 北京,北京积水潭医院放射科(李娜、苏永彬、李谨、朱玲、程晓光)

通讯作者:张萍,Email:zhpfreefly@yahoo.com.cn

广泛的骨密度测量方法。DXA 是平面投影技术,受腰椎骨质增生,小关节退变和椎间盘退变的影响,尤其在老年人群这些病变很常见,造成骨密度升高假象影响 DXA 骨质疏松的诊断效能,故在 DXA 的骨密度检查中建议同时做腰椎和髋关节二个部位扫描,以免漏诊。而 QCT 是真正 3 维骨密度测量,不受上述因素的影响,从理论上讲,QCT 应该比 DXA 在诊断骨质疏松方面更敏感,腰椎一个部位检查就可以诊断而不需要再做髋关节,不会造成漏诊。DXA 目前采用世界卫生组织(WHO)DXA - 2.5 SD 的标准,而 QCT 采用国际临床骨密度学会(ISCN)腰椎 QCT < 80mg/cm³ 的骨质疏松诊断标准。采用这二个标准对老年男性骨质疏松的诊断效能未见有研究。本研究的目的是为比较 DXA 与 QCT 对同一组老年男性骨质疏松的诊断效能。

1 材料与方法

1.1 研究对象

连续选取 2012 年 2 月至 2012 年 8 月期间于北京积水潭医院干部科住院的老年男性患者,共 59 例,年龄 54 ~ 92 岁,平均 78.7 ± 8.4 岁。本组患者均行腰椎正位和髋关节 DXA 及腰椎 QCT 检查,二种检查时间间隔在 1 m 内。

1.2 检查方法

DXA 检查采用 GE Lunar Prodigy DXA 扫描仪,行常规腰椎正位与右髋部骨密度测量,腰椎正位测量范围包括 L1 - L4 椎体,椎体明显骨折、变形者由测量者手动除外。

腰椎 QCT 检查采用东芝 16 排 Aquilion 16 螺旋 CT 扫描机和 Mindways QCT 校准体模置于 CT 扫描垫下面和腰椎同时扫描,行腰椎螺旋扫描,床高 73 cm,视野(FOV)40 cm,重建矩阵 512 × 512,扫描范围包括 L1-L4 椎体。采集到的原始数据在骨密度工作站上使用骨密度分析软件 QCT PRO™ 3D 脊柱 BMD 应用模块(4.0 Mindways Software, Inc)进行 BMD 分析测量。分别测量 L2-L4 椎体的松质骨骨密度,椎体明显骨折、变形者除外,测量其邻近椎体的骨密度。

所有病例的腰椎 CT 图像均由两位有经验的放射科医师在三维工作stations上独立阅片,对是否存在椎体骨折进行评估。意见不一致时,经讨论达成一致。

1.3 骨质疏松的诊断标准

根据世界卫生组织(WHO)于 1994 年推荐的诊断标准,腰椎正位及髋关节 DXA 检查结果 T 值 ≥ -

1.0SD 诊断为骨量正常,T 值介于 - 1.0SD ~ - 2.5SD 之间诊断为骨量减低,T 值 ≤ - 2.5SD 诊断为骨质疏松^[1]。

根据国际临床骨密度学会(ISCN)2007 年推荐的诊断标准,腰椎 QCT 检查结果中平均 BMD 低于 80 mg/cm³ 诊断为骨质疏松,平均 BMD 介于 80 ~ 120 mg/cm³ 诊断为骨量减低,平均 BMD 高于 120 mg/cm³ 诊断为骨量正常^[2]。

1.4 统计学方法

所得数据采用 SPSS 11.5 软件包进行统计学分析,计数资料比较采用 χ^2 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 DXA 对老年男性骨质疏松的检出率

本组 59 例老年男性腰椎正位 DXA 测量 L1-L4 椎体骨密度为 0.9 至 2.0 g/cm²,T-score 为 - 1.7SD 至 7.8SD。诊断为骨量正常者 54 例,占 91.5%;骨量减低者 5 例,占 8.5%;诊断为骨质疏松者 0 例,占 0%。

本组病例髋关节 DXA 测量股骨颈骨密度为 0.5 至 1.2 g/cm²,T-score 为 - 3.4SD 至 1.6SD;全髋骨密度为 0.7 至 1.3 g/cm²,T-score 为 - 2.6SD 至 2.7SD。诊断为骨量正常者 34 例,占 57.6%;骨量减低者 20 例,占 33.9%;诊断为骨质疏松者 5 例,占 8.5%。

DXA 诊断本组病例中腰椎或髋关节任一部位骨质疏松者 5 例,占 8.5%;骨量减低者 21 例,占 35.6%;腰椎与髋关节骨量均正常者 33 例,占 55.9%。

2.2 QCT 对老年男性骨质疏松的检出率

本组病例腰椎 QCT 测量椎体松质骨骨密度 36.4 至 184.6 mg/cm³,平均 99.7 ± 35.5 mg/cm³。诊断为骨量正常者 18 例,占 30.5%;骨量减低者 20 例,占 33.9%;诊断为骨质疏松者 21 例,占 35.6%。

QCT T-score 为 - 5.1SD 至 0.6SD,其中 T-score 低于 - 3.4SD 者 22 例,占 37.3%。

2.3 DXA 与 QCT 对老年男性骨质疏松的检出率比较

经 χ^2 检验,腰椎正位 DXA 对本组老年男性的骨质疏松的检出率低于髋关节 DXA ($\chi^2 = 5.221, P = 0.022 < 0.05$),二者存在统计学差异。

经 χ^2 检验,与腰椎 QCT 相比,腰椎正位、髋关节(股骨颈和全髋)及腰椎与髋关节任一部位 DXA 对

本组老年男性的骨质疏松的检出率均存在显著性差异 ($\chi^2 = 27.042, 13.880, 13.880; P = 0.000 < 0.01$), QCT 对老年患者骨质疏松的检出率较 DXA 更高。

本组患者中腰椎 QCT 诊断为骨质疏松而腰椎正位 DXA 未诊断者 21 例, 占 35.6%; 腰椎 QCT 诊断为骨质疏松而髌关节 DXA 未诊断者 16 例, 占 27.1%; 腰椎 QCT 诊断为骨质疏松而腰椎或髌关节

任一部位 DXA 未诊断者 16 例, 占 27.1%。

根据 CT 图像, 本组 21 例腰椎 QCT 诊断为骨质疏松而腰椎正位 DXA 未诊断的病例中, 有 3 例存在 1 处或多处腰椎压缩骨折; 其中 2 例髌关节 DXA 诊断为骨质疏松, 1 例髌关节 DXA 诊断为骨量减低 (图 1)。腰椎 QCT 未诊断骨质疏松者中未见腰椎骨折病例。

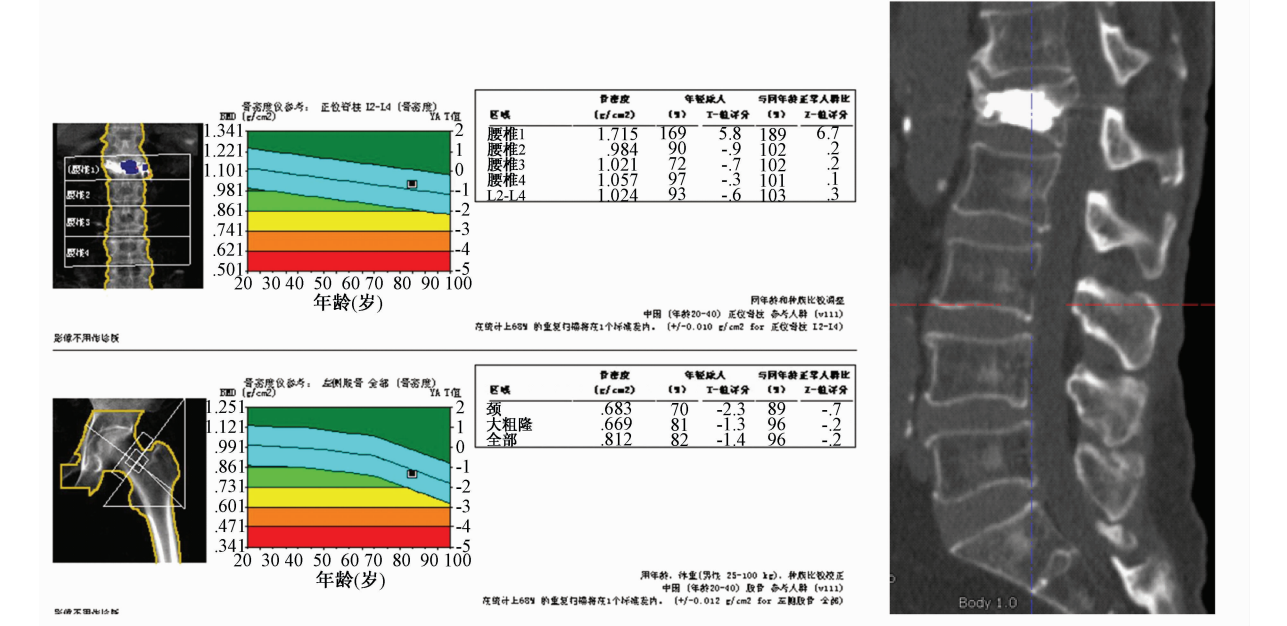


图 1 男性, 85 岁; 腰椎正位 DXA 测得 L2-L4 椎体 BMD 为 1.024 g/cm², T-score 为 -0.6 SD; 髌关节 DXA 测得股骨颈 BMD 为 0.683 g/cm², T-score 为 -2.3 SD; 全髌 BMD 为 0.812 g/cm², T-score 为 -1.4 SD, 诊断为骨量减低。该患者行腰椎 QCT 测得 L2-L4 椎体松质骨平均 BMD 为 44.1 mg/cm³, 诊断为骨质疏松。其腰椎 CT 矢状重建图像显示该患者 L1 椎体压缩骨折术后改变, 椎体内可见填充的高密度骨水泥。

3 讨论

骨质疏松症作为一种公共健康问题, 已日益受到全社会的关注。但大多数研究主要集中在绝经后女性人群, 针对老年男性骨质疏松的研究相对较少, 临床工作中对老年男性骨质疏松的关注也相对较少, 部分患者由于未得到及时预防、早期诊断和治疗, 直至发生骨折等并发症时才被诊断。

老年男性骨质疏松的发生率低于同年龄段的绝经后女性, 李宁华等报道我国部分地区 40 岁以上中老年男性原发性骨质疏松症的总患病率 (按骨密度累计丢失率最高部位计算) 为 8.5%, 腰椎正位 (L2-L4) DXA 测量诊断骨质疏松的患病率为 7.0%^[3]。本组 DXA 检查对老年男性骨质疏松症的总检出率与李宁华等的报道一致, 但腰椎正位 DXA 对骨质疏

松的检出率为 0%, 低于李宁华等的报道, 考虑与本组病例总体年龄较大, 腰椎正位 DXA 结果受到腰椎退行性变以及腹主动脉钙化等因素的影响较大有关。此外, 本研究结果亦提示对老年男性患者而言, 髌部 DXA 检查对骨质疏松的检出率高于腰椎正位 DXA, 这一结论与部分学者针对绝经后女性的研究结果一致^[4]。

目前, 骨密度测量仍是临床诊断骨质疏松的重要方法。其中, DXA 由于其费用低、辐射剂量低以及操作简便等优势, 在我国各级医院的临床应用均较广泛, 并且成为了我国《原发性骨质疏松症诊治指南》中推荐的主要诊断标准之一^[5]。但 DXA 测量是面积骨密度, 且是皮质骨和松质骨的综合骨密度。QCT 作为目前唯一可以选择性测量松质骨的体积骨密度的骨密度测量方法, 在临床的应用日益

广泛。

由于 QCT 与 DXA 的检查原理不同,其检查结果与诊断标准均不相同,这两种骨密度测量方法所得的结果并不能直接进行比较。由于松质骨的表面积和体积比值高,其代谢转化率高于皮质骨,因此,在骨质疏松症起病初期,松质骨的骨量变化较皮质骨更加明显。而选择性测量松质骨骨密度的 QCT 检查可以较 DXA 更早、更灵敏地检测出骨矿含量的变化。本研究对同一组老年男性腰椎和髋部 DXA 与腰椎 QCT 检查的比较分析表明腰椎 QCT 对本组患者骨质疏松的检出率明显高于 DXA。这与我们之前进行的一项针对老年患者骨质疏松的对照研究结论也相一致^[6]。但这一结论仍需更大样本的人群中进一步进行验证。

因此,对老年男性而言,选择腰椎 QCT 测量骨密度可能更早、更灵敏的检出骨质疏松患者,从而指导临床及时进行治疗干预。

【 参 考 文 献 】

[1] Kanis JA, Melton LJ 3rd, Christiansen C, et al. The diagnosis of osteoporosis. J Bone Miner Res, 1994, 9(8):1137-1141.

[2] Engelke K, Adams JE, Armbrrecht G, et al. Clinical use of quantitative computed tomography and peripheral quantitative computed tomography in the management of osteoporosis in adults: the 2007 ISCD Official Positions. J Clin Densitom. 2008 Jan-Mar;11(1):123-162.

[3] 李宁华, 区品中, 朱汉民等; 中国部分地区中老年人群原发性骨质疏松症患病率研究. 中华骨科杂志, 2001; 21(5): 275-278.

[4] Diane L. S, Ricki B, Elizabeth B-C. The clinical utility of spine bone density in elderly women. J Clin Densitom, 2006, 9(3): 255-260.

[5] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会. 原发性骨质疏松症诊治指南(2011 年). 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2011, 4(1): 2-17.

[6] 李娜, 李新民, 孙伟杰, 等. 腰椎定量 CT 与双能 X 线骨密度测量对老年患者骨质疏松检出率的比较分析. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2012, 5(2):83-88.

(收稿日期: 2012-07-19)

儿童戈谢病脊柱定量 CT 骨密度测定随访研究

张宁宁 曹琪 段彦龙 刘玥 彭芸 王玲 程晓光 张永红 曾津津

中图分类号: R683.2 R815 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2012)11-0984-04

摘要: **目的** 比较儿童戈谢病(Gaucher disease, GD)治疗前后脊柱椎体骨密度(bone mineral density, BMD)的变化。**方法** 30 例确诊的 GD 患儿,其中男 18 例,女 12 例,年龄 4~17 岁,平均年龄 11.2 ± 4.1 岁,其中 5 例进行脾脏切除。在规范酶替代治疗和治疗 9 月后在常规随访 CT 扫描时,同时采用定量 CT(quantitative computed tomography, QCT)测定 T12-L4 间无明显变形及病理性骨折的椎体骨密度,取各椎体平均骨密度。采用配对 t 检验比较治疗前后患儿骨密度变化。**结果** 30 例患儿治疗前椎体平均骨密度值 $176.2 \pm 20.0 \text{ mg/cm}^3$,治疗 9 月后平均骨密度值为 $197.8 \pm 18.1 \text{ mg/cm}^3$,较治疗前椎体骨密度平均升高 12.3% ($P < 0.01$);其中 5 例脾切除患儿治疗前后平均骨密度值分别为 $163.7 \pm 5.7 \text{ mg/cm}^3$ 和 $190.3 \pm 5.2 \text{ mg/cm}^3$,椎体骨密度较治疗前升高 13.8%。**结论** 使用 QCT 骨密度测量技术可以精确敏感的评估患儿骨密度情况及治疗疗效的反应,指导临床进一步治疗方案。

关键词: 戈谢病; 骨质疏松; 儿童; 定量 CT

Vertebral bone mineral density follow-up in children with gaucher disease with QCT ZHANG Ningning, CAO Qi, DUAN Yanlong, et al. Imaging Center, Beijing Children's Hospital, Capital Medical University, Beijing 100045, China

Corresponding author: PENG Yun, Email: ppengyun@yahoo.com

Abstract: Objective To follow-up the bone mineral density (BMD) of vertebrae using quantitative CT in Gaucher disease (GD) children with enzyme replacement therapy. **Methods** 30 GD patients (male 18, female 12) with mean age 11.2 ± 4.1 years, ranging 4 - 17 years, were treated with enzyme replacement therapy and 5 cases had splenectomy. With the routine CT scan dataset for monitor the progression of the disease, the spine BMD was measured with QCT at baseline and 9 months after treatment. Paired student t test was performed to compare this difference. **Results** The mean BMD of 30 GD patients was $176.2 \pm 20.0 \text{ mg/cm}^3$ at the baseline and $197.8 \pm 18.1 \text{ mg/cm}^3$ after 9 months treatment, which represented an average of 12.3% increase in BMD ($P < 0.01$). In particular the average BMD in the children with splenectomy at baseline was $163.7 \pm 5.7 \text{ mg/cm}^3$ versus the $190.3 \pm 5.2 \text{ mg/cm}^3$ of BMD after treatment, and which was increased about 13.8%. **Conclusions** Bone mineral density measurement using QCT is very useful to monitoring the treatment effect in children with Gaucher disease.

Key words: Gaucher disease; Osteopenia; Pediatric; Quantitative CT

戈谢病(Gaucher disease, GD)是一种常染色体隐性遗传性溶酶体贮积症(lysosomal storage disorder)^[1]。主要累及骨、肝、脾、肺及中枢神经系

统等。骨骼受累常为首发症状,其弥漫性病变可以表现为广泛的骨质疏松,过去的文献大多只对骨质疏松进行定性评估^[2-3]。定量 CT 骨密度(QCT)是在常规 CT 机加专业校准体模和软件,利用 CT 三维数据进行精确体积骨密度测量的方法。在 GD 病的治疗随访中,常规行腹部 CT 扫描来评估治疗后肝脾和骨骼改变,本研究采用在常规 CT 复查时,同时采用 QCT 测量腰椎椎体骨密度,旨在评估 QCT 骨密度测量在 GD 随访观察骨质疏松的作用以及 GD 治疗后腰椎骨密度的变化,以期更加精确客观的评

基金项目:科技重大专项项目(课题)(2011ZX09302-007-01)、北京市卫生系统高层次卫生技术人才培养项目(2009-02-03)

作者单位:100045 北京,首都医科大学附属北京儿童医院影像中心(张宁宁、曹琪、刘玥、彭芸、曾津津);首都医科大学附属北京儿童医院血液病中心 儿科学国家重点学科(段彦龙、张永红);1000035 北京,北京积水潭医院放射科(王玲、程晓光)

通讯作者:彭芸,Email:ppengyun@yahoo.com

估病变对全身骨量的影响,以及患儿对治疗的反应,指导进一步治疗方案的确定,预防病例骨折的发生,提高患儿生活质量。

1 材料与方法

我院为国内首家集中诊治戈谢病患儿的儿童医院,自 1999 年至今我院共对 109 例戈谢病患儿进行了登记和临床检查治疗。本文对 2011 年 8 月至 2012 年 5 月的 30 例戈谢病患儿,男 18 例,女 12 例,平均年龄 11.2 ± 4.1 岁。其中 5 例于初诊时已行脾脏切除。

CT 检查方法:采用美国 GE 64 排 VCT,扫描参数:螺距 1.375:1;层厚 2.5 mm;电压 120 kV;自动管电流调节技术,噪声指数设置为 12。该 CT 检查是戈谢病患儿常规复查的检查项目,将图像传至 Advantage Window 4.3 后处理工作站上进行重建,重建层厚 0.625 mm。重建方式:多平面重建 (multiple planar reconstruction, MPR),容积再现 (Volume rendering, VR),用于观察患儿病情和治疗效果。

在做常规 CT 扫描时,把美国 Mindways 公司的定量 CT 骨密度测量 (QCT) 校准体模放置在患儿腰部下面与常规 CT 扫描一次完成,不额外增加辐射。原始数据传送至 Mindways 公司 QCT 工作站进行 QCT 骨密度测量,选取 T12-L4 椎体,排除已发生明显椎体变形及压缩骨折之椎体,分别测量骨密度值,并取均值。

统计学处理:采用 SPSS13.0 软件进行分析,对 30 例患儿两次检查骨密度的变化采用配对 t 检验进行统计分析,对其中 5 例脾切除患儿的两次骨密度变化采用配对比较的秩和检验。

2 结果

治疗前椎体前缘楔形变 14 例,椎体双凹变形 4 例,压缩骨折伴后突畸形 1 例;治疗前后椎体形态无明显变化 (图 1a-b,图 2a-b)。



图 1a-b 女,10 岁,腰椎椎体序列,生理曲度略直,部分椎体上下缘凹陷

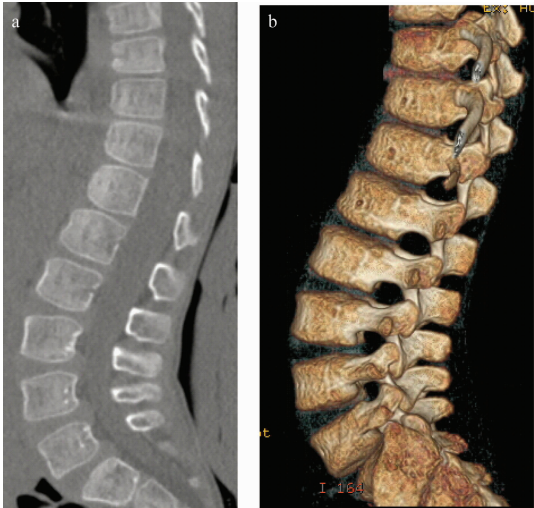


图 2a-b 男,5 岁,脊柱骨质稀疏,下胸段后突畸形,胸腰段椎体前缘圆顿

去除明显变形及病理性骨折椎体,测量正常形态椎体骨密度 (见表 1),治疗前 30 例患儿受检椎体平均骨密度值 $176.2 \pm 20.0 \text{ mg/cm}^3$,用酶替代治疗 9 月后复查平均骨密度值 $197.8 \pm 18.1 \text{ mg/cm}^3$;椎体骨密度平均升高 12.3%,治疗后与治疗前对比,其平均骨密度值显著增高 ($P < 0.01$);其中 25 例脾

表 1 治疗前后骨密度比较 ($\bar{x} \pm s$)

例数	治疗前 (mg/cm^3)	治疗 9 月后 (mg/cm^3)	两次 BMD 变化 (mg/cm^3) (%)	P 值
全部 30 例	176.2 ± 20.0	197.8 ± 18.1	21.6 ± 11.9 (12.3%)	0.000 *
25 例脾保留	178.0 ± 21.4	199.3 ± 19.3	21.3 ± 12.4 (11.2%)	0.000 *
5 例脾切除	163.7 ± 5.7	190.3 ± 5.2	27.3 ± 4.3 (13.8%)	—— **

* 配对 t 检验,治疗前后平均骨密度变化 $P < 0.01$

**仅 5 例患者,未作统计学分析。

保留患儿,治疗前后平均骨密度分别为 $178.0 \pm 21.4 \text{ mg/cm}^3$ 和 $199.3 \pm 19.3 \text{ mg/cm}^3$,治疗前后椎体骨密度平均升高 11.2% ($P < 0.01$),5 例脾切除患儿治疗前骨密度值 $163.7 \pm 5.7 \text{ mg/cm}^3$,治疗 9 月后骨密度值 $190.3 \pm 5.2 \text{ mg/cm}^3$,椎体骨密度平均增高 13.8%。

3 讨论

戈谢病骨骼病变的病理基础是由于 β -葡萄糖脑苷脂酶活性减低或缺乏,导致葡萄糖脑苷脂在单核一巨噬细胞的溶酶体中蓄积形成典型戈谢细胞。戈谢细胞在骨髓腔内蓄积造成骨髓膨胀,使相邻细小动脉受压或管腔闭塞,导致慢性或急性缺血,长期反复发作形成骨坏死、骨硬化^[2-5]。同时破骨细胞活性变化,骨吸收增加,骨形成减低,导致骨质稀疏、骨塑型障碍等。研究表明,戈谢病患者的骨转换速度很快,而骨沉积减少^[3,6]。

几乎所有戈谢病患者骨骼受累区域都有骨密度减低和骨皮质变薄。骨质稀疏最早可见于 5 岁患儿,到青春期时尤为明显。戈谢病患儿骨质受累导致患儿骨发育落后,使患儿不能在骨密度增长关键期达到骨密度峰值^[3]。骨骼损害多见于年长儿^[7],本组患儿中椎体楔形变及双凹变形大多在 10 岁以上年长患儿。

骨质稀疏在 GD 患儿为最常表现,与病情严重程度明显相关^[8]。脊柱病理性骨折可能会并发严重的神经压迫症状甚至危及患儿生命。在酶替代治疗之前没有特效治疗方法,部分患儿由于巨脾,生活质量受到严重影响,需做脾脏切除来缓解相关症状。对于脾切除的患者,骨质稀疏的发生率增高,而发生椎体压缩骨折的风险与未切除脾脏患者间没有差异^[2]。脾脏切除可以引起严重的不可逆的骨损害^[10]。有文献表明相对于在十岁以内进行脾切除的患儿,其溶骨型破坏的发生率和严重程度比不切除的患儿严重,应尽量保留脾脏以减少相关并发症^[11]。本组 30 例患儿,骨密度值于治疗后有显著提高($P < 0.01$),其中 5 例脾切除患儿骨密度治疗前后骨密度均值皆有低于脾保留患儿的趋势,但由于脾切除患儿数量少,未作具体统计学分析,今后需加强这方面的研究。

戈谢病酶替代治疗是临床行而有效的治疗方法,骨骼的恢复是缓慢的,可能需要几年时间^[12]。儿童比成人的反应更加迅速,与他们的高骨代谢速率有关^[5]。对患儿的治疗目标是避免疼痛,预防椎

体病理性骨折及股骨头坏死,使骨矿物质密度恢复。因此测量病人基础 BMD 值,可以有效观察患儿病情发展情况和对治疗的反应,同时减少患儿辐射剂量。

目前应用于儿童的骨密度测量方法以及得到的结果分析很多,可以分为定性、半定量及定量三大类。定量性骨密度评估,国际上金标准为 DXA 测量结果。以往文献中也多以 DXA 方法评估患儿骨质量与同年龄组平均 BMD 的比值 Z-score 来观察患儿骨密度变化^[13],但 DXA 测量结果均是皮质骨和松质骨的总和,为二维结构 BMD,不能消除骨皮质、骨质增生和硬化等对 BMD 测量的影响。同时骨骼大小以及形态随年龄增长而变化,均会对结果造成影响,过小的椎体体积会导致骨密度值的降低^[14]。且儿童骨骼呈三维空间性生长,DXA 的二维测量方法不能完全反应儿童骨骼生长的三维变化^[13]。

定量 CT (quantitative computed tomography, QCT)是近年发展的一种较先进的测量技术,可以利用戈谢病常规 CT 扫描的 CT 数据进行骨密度测量。QCT 横断扫描能分别测量骨皮质和骨松质,测量值能反映实际骨矿含量的变化,其精确性及对松质骨测量的灵敏度均很高,能够消除各种影响 BMD 的干扰因素。其二维及三维重建技术可以更加直观的显示椎体形态变化,从而可以进一步评估骨骼受累情况。

本组患儿治疗 9 个月后复查,患儿骨密度值明显提高,两次检查结果有明显统计学意($P < 0.01$),因此 QCT 可以客观并敏感的评估患儿对治疗的反应,说明酶替代治疗作用可直接作用于骨骼^[12]。以往的文献多提示需要数年或更长时间骨密度才能有明显恢复,而本组患儿 9 个月复查骨密度即有升高,与本次检查使用的是 QCT 方法,检查更加精确、敏感有关。及时有效的治疗可以使患儿早期呈追赶性生长,达到骨量峰值,减少成人时期骨痛及相关并发症的发生^[3]。

研究的局限性:我们的骨密度测定研究尚处于起步阶段,目前国内外尚无儿童不同年龄段的正常脊柱骨密度标准,以及正常儿童骨密度年变化率,所以我们的研究缺乏对比定量。另一方面,脾切除患儿仅 5 例,数量少,未作与脾保留患儿间的组间对比统计分析。但是对于戈谢病患儿本身,在以后的随访中测定骨密度变化意义重大,可以进行多次随访对比,以评估治疗疗效反应及病情发展情况。

【参考文献】

[1] 胡亚美,江载芳. 实用儿科学. 第 7 版. 北京人民卫生出版

- 社,2002;2151-2154.
- [2] R. Javier. E. Hachulla. et. al Vertebral fractures in Gaucher disease type I; data from the French “Observatoire” on Gaucher disease (FROG) Osteoporos Int 2011,22;1255-1261.
- [3] Pramod K. Mistry, Neal J, et al. Osteopenia in Gaucher disease develops early in life; Response to imiglucerase enzyme therapy in children, adolescents and adults. Blood Cells Mol Dis, 2011, 46(1)66-72.
- [4] 张宁宁,段晓岷. 等. 儿童戈谢病骨骼影像特征分析. 中华放射学杂志, 2011,45(5),468-472.
- [5] Brian A. Green, Alan A. Z. et. al Alexander. Imaging Findings in pediatric type 1 Gaucher disease; what the clinician needs to know, J pediatro hematoloncol, 2011,33(4)301-305.
- [6] 邱贵兴. 应重视戈谢病的骨骼病变. 中华医学杂志,2009,89(37);2597-2598.
- [7] 段彦龙,张永红 戈谢病研究进展. 中华儿科杂志, 2009,47(12);953-955.
- [8] Pastores GM. Wallenstein S, Desnick RJ,et al. Bone density in Type 1 Gaucher disease. J Bone Min Res,1996,11(11);1801-1807.
- [9] Poll. L. W, Cox M-L, Godehardt, et al. Whole body MRI in type I Gaucher patients; Evaluation of skeletal involvement. Blood Cells, Molecules, and Diseases, 2011,46; 53-59.
- [10] Andres H. Pena PK. Partial splenic embolization in a child with Gaucher disease, massive splenomegaly and severe thrombocytopenia. Pidiatr Radiol,2009,39;1006-1009.
- [11] A. Ashkenazi, R. Zaizov and Y. Matoth. Effect of splenectomy on destructive bone changes in children with chronic (Type I) Gaucher disease. European Journal of Pediatrics, 1986, 145(21);138-141.
- [12] L Poll, M Maas, et al, Response of Gaucher bone disease to enzyme replacement therapy. Brsitih Journal of Radiology, 2002, 75-A, A2536.
- [13] Andersson H, Kaplan P, Kacena K, Yee J. Eight-year clinical outcomes of long-term enzyme replacement therapy for 884 children with Gaucher disease type 1. Pediatrics, 2008, 122(6);1182-1190.
- [14] M Maas T, Hangartner G, Recommendations for the assessment and monitoring of skeletal manifestations in children with Gaucher disease. Skeletal Radiol, 2008,37;185-188.
- [15] Gilsanz V. Bone density in children: a review of the available techniques and indications. Eur J Radiol, 1998, 26(2);177-182.

(收稿日期:2012-07-19)

定量 CT 测量膝关节骨密度的重复性研究

李佳录 嵇辉 陈星佐 赵海竹 钱占华 程晓光

中图分类号: R815 R68 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2012)11-0988-04

摘要: **目的** 探讨定量 CT(QCT)测量膝关节骨密度(BMD)的重复性研究。**方法** 选取北京积水潭医院确诊为一侧膝关节前交叉韧带损伤(未经治疗),另一侧膝关节健康的 30 名患者行双膝关节 QCT 骨密度检测,2 名观察者用定量 CT 的测量技术前后两次独立测量患者双膝关节股骨远端内外侧髁及胫骨平台处骨密度。**结果** 双因素方差分析,除双膝关节胫骨平台内上 1/9 处 BMD 值统计学有差异($P < 0.05$, $ICC > 0.7$),同一观察者不同时间测量同一部位的 BMD 值均值相近,无统计学差异($P > 0.05$, $ICC > 0.9$)。不同观察者所测定的 BMD 值也无显著性差别($P > 0.05$, $ICC > 0.9$)。**结论** 定量 CT 能够测量膝关节松质骨的体积骨密度,并且重复性良好,可用于评价膝关节骨密度的状态及应用于临床。

关键词: 骨密度; 膝关节; 定量 CT; 前交叉韧带; 可重复性

The reproducibility of Knee Bone Mineral Density (BMD) measured by Quantitative CT LI Jialu, JI Hui, CHEN Xingzuo, et al. Department of Radiology, Sports Medicine Center Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China

Corresponding author: CHENG Xiaoguang, Email: xiao65@263.net

Abstract: **Objective** To evaluate the reproducibility of the knee bone mineral density (BMD) measurement by quantitative CT (QCT). **Methods** The knee BMD was measured by QCT in 30 subjects with unilateral anterior cruciate ligament (ACL) injury. Using QCT, two observers measured the BMD of medial and lateral condyle of distal femur and tibial plateau of both knees, respectively. **Results** There was no statistically significant differences between the results of the two observers ($P > 0.05$, $ICC > 0.9$) or between the results of the two different times ($P > 0.05$, $ICC > 0.9$) through two-way analysis of variance, except the BMD of 1/9 section of tibial plateau ($P < 0.05$, $ICC > 0.7$). **Conclusion** QCT can be used to measure the knee bone mineral density with high reproducibility.

Key words: Bone mineral density; Knee; quantitative CT; Reproducibility

近年来,骨质疏松作为一种常见病及多发病日益受到广泛关注,膝关节周围的骨密度(bone mineral density, BMD)状况亦成为骨密度领域的研究热点之一。目前测量骨密度最常用的方法是双能 X 线吸收测量法(Dual Energy X-ray Absorptiometry, DXA)和定量 CT 测量法(quantitative CT, QCT)。其中,应用 DXA 测量膝关节周围骨密度已有较多的报道。而应用 QCT 测量膝关节骨密度的报道甚少。

QCT 测量技术作为目前测量骨密度最敏感的方法,其具有三维图像和测量体积骨密度的特性,是目前唯一能够把松质骨和皮质骨分开测量的技术,理论上应该更适合于膝关节骨密度的测量。本文旨在应用 QCT 分别在膝关节的多个不同部位进行多次骨密度测量,探讨应用 QCT 测量膝关节周围骨密度的可重复性。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取北京积水潭医院确诊为一侧膝关节前交叉韧带损伤(未经治疗),另一侧膝关节健康的 30 名患者在常规术前膝关节 CT 平扫时,同时做双膝关节 QCT 骨密度检测,不额外增加患者辐射剂量。其

基金项目:北京市卫生系统高层次卫生技术人才培养项目(2009-02-03);国家自然科学基金资助项目(81071131)

作者单位:100035 北京,北京积水潭医院放射科(李佳录、赵海竹、钱占华、程晓光);武警总医院放射科(嵇辉);北京积水潭医院运动医学中心(陈星佐)

通讯作者:程晓光, Email: xiao65@263.net

中男性 17 名,女性 13 名。平均 30 岁。

1.2 仪器与方法

采用东芝 Aquilion 64 排 CT 扫描机,美国 Mindways 公司的 QCT 骨密度测量系统。CT 扫描参数:电压 120 kV,电流:125 Ma,扫描时间 0.5 s,螺距 0.938,重建视野(field of view, FOV) 40 cm,根据每周校正检验体模(QA 体模)检测,设定床高为 78 cm。扫描方法:患者仰卧于检查台上,将标准体模与蓝色软垫置于双膝关节下,与人体长轴平行。使双膝关节紧贴蓝色软垫,期间不要有间隙,选择双膝关节进行螺旋扫描。

1.3 测量方法

将扫描数据传至 Mindways 公司的 QCT pro 工作站进行数据分析,QCT 工作站通过多平面重组(multiplanar reformation, MPR)的方式,出现三维图像。利用定量 CT 可以三维观察测量的特点,股骨内外侧髁感兴趣区(region of interest, ROI)的设置方法为测量平面选择在轴位上滑车切迹最深处,测量面积为轴位上内外侧髁面积的 4/5,厚度选择为 9 mm(图 1)。胫骨平台感兴趣区的设置方法为测量平面选择在紧邻关节软骨下 1.5 mm 平面处,以轴位为基准,把胫骨平台平面平均进行 9 分,分别测量其内上 1/9,中间 1/9 及外上 1/9 处的骨密度,轴位上面积均选择为直径 18.0 mm,厚度选择为 9 mm(图 2)。其中在测量过程中,利用 QCT 可以分别观察轴位,矢状位,冠状位的特点,避免皮质骨,只测量松质骨的骨密度。2 名观察者用上述方法分别前后两次独立测量患者双膝关节股骨远端内外侧髁及胫骨平台处的松质骨骨密度,以评估测量方法的可重复性。

1.4 统计学方法

采用 SPSS17.0 统计软件进行分析,计量资料数据以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用双因素方差分析;采用组内相关系数(interclass correlation coefficient, ICC)评估不同测量者前后两次测量值之间重复性。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

双因素方差分析除双膝关节胫骨平台内上 1/9 处的骨密度值比较差异有统计学意义之外,其余 ROI 区在 2 名观察者每次测量同一部位的 BMD 之间或观察者前后两次测量同一部位的 BMD 之间均具有高度的一致性,BMD 比较差异无统计学意义($ICC > 0.9, P > 0.05$)(见表 1)。

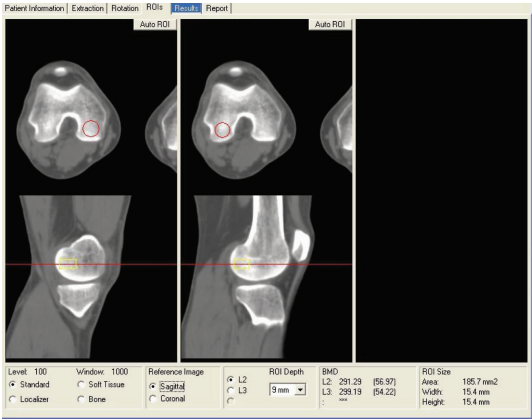


图 1 在 QCT pro 工作站上测量左股骨内外侧髁骨密度,ROI 的设置方法为测量平面选择在轴位上滑车切迹最深处,测量面积为轴位上内外侧髁面积的 4 / 5,厚度选择为 9mm。ROI 区只测量松质骨,避免皮质骨。

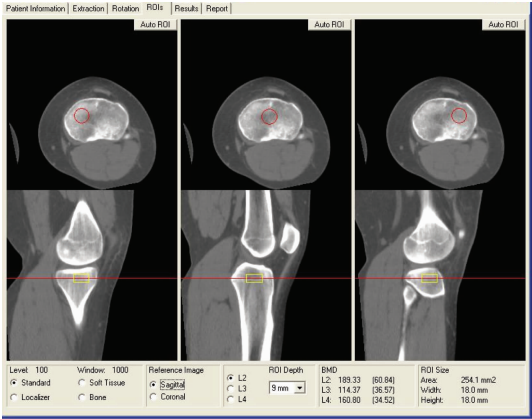


图 2 在 QCT pro 工作站上测量左胫骨平台骨密度,ROI 的设置方法为测量平面选择在紧邻关节软骨下 1.5 mm 平面处,以轴位为基准,把胫骨平台平面进行 9 分法,分别测量其内上 1/9,中间 1/9 及外上 1/9 处的骨密度,轴位上面积均选择为直径 18.00 mm,厚度选择为 9 mm。ROI 区只测量松质骨,避免皮质骨。

3 讨论

骨质疏松是一种以骨量低下、骨微结构破坏、骨脆性增加、易发生骨折为特征的代谢性骨病^[1-2]。制动、功能受损、活动量下降等原因会引发局部骨质疏松^[3]。局部骨质疏松会增加骨折的风险,并且有相关研究证明了骨质疏松与骨性关节炎有着紧密的关系^[4-6]。在运动医学领域,前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)是维持膝关节稳定的重要结构,ACL 损伤是最常见的运动创伤之一,其发病率

表 1 2 名观察者 2 次独立测量 30 名患者双侧膝关节骨密度的重复性比较 (mg/cm³)

分组	左股骨 内侧髁	左股骨 外侧髁	左胫骨 平台外上	左胫骨 平台中	左胫骨 平台内上	右股骨 内侧髁	右股骨 外侧髁	右胫骨 平台外上	右胫骨 平台中	右胫骨 平台内上
第一次										
观察者 1	234.97 ± 40.93	275.04 ± 65.28	123.70 ± 29.71	84.85 ± 27.54	180.47 ± 34.99	232.04 ± 45.13	270.27 ± 63.71	125.35 ± 26.29	87.31 ± 29.44	173.91 ± 37.79
观察者 2	232.10 ± 40.71	273.31 ± 59.41	119.95 ± 29.65	82.87 ± 27.01	155.80 ± 38.23	231.98 ± 44.66	271.50 ± 63.51	126.63 ± 26.73	86.99 ± 29.21	165.30 ± 40.48
第二次										
观察者 1	234.26 ± 39.91	264.58 ± 54.82	122.88 ± 30.97	83.75 ± 27.65	171.40 ± 31.50	231.94 ± 43.39	266.03 ± 62.64	126.19 ± 26.38	88.67 ± 29.27	168.52 ± 38.83
观察者 2	234 ± 40.74	275.67 ± 56.74	121.64 ± 32.75	84.62 ± 27.65	160.78 ± 30.57	231 ± 45.64	269.85 ± 63.58	127.40 ± 25.47	87.75 ± 29.56	171.75 ± 37.57
F 值	1.619	0.531	3.478	2.868	20.335	0.004	1.737	2.268	1.374	4.061
P 值	0.207	0.47	0.072	0.065	0.01	0.996	0.185	0.113	0.261	0.022
ICC	0.995	0.972	0.938	0.916	0.725	0.992	0.964	0.902	0.979	0.889

有逐年增高的趋势^[7],ACL 损伤后重建与局部骨质疏松的关系在国外已有较多报道,更有研究表明前交叉韧带断裂是导致患肢骨密度下降的重要因素^[8]。对于 ACL 损伤后导致骨密度变化的发生机制说法不一,目前认为生理的变化是其潜在的机制^[9]:例如血流量的改变和骨重塑。ACL 损伤所引起的创伤可以增加血流量^[10],血流量可以激活破骨细胞,使骨的吸收增加,这种变化在松质骨中尤为明显^[11],因此松质骨的骨量变化更加显著。另外一个潜在的机制是关节力学上的改变,例如负重的改变或者关节松弛度的增加,均引起了骨质重塑。并且其骨量的变化在膝关节不同部位有着不同的表现^[4,12,13]。前交叉韧带损伤后,进行重建手术时,其钻取隧道处松质骨骨密度的变化情况对手术有着重要的意义。因此本研究选取了 30 名一侧膝关节前交叉韧带损伤,另一侧膝关节健康的患者行双膝关节 QCT 骨密度检测,以反映 ACL 损伤后骨量的变化状况。由于骨密度实际上反映了患肢的肌肉状态和功能情况,多年来,国际上已经将骨密度的测定列为监测患肢功能状态和伤后康复状况的客观指标之一^[8,14],因此膝关节骨密度测量的准确性具有重要的价值。

在膝关节骨密度的测量方法中,应用 DXA 测量膝关节周围骨密度已有较多报道。然而,DXA 存在以下缺点:①DXA 测量的骨密度是面密度^[15],DXA 测量的面密度会导致骨密度的大小与骨骼的大小有着紧密的关系。②DXA 测量的为综合骨密度,其测量时区别不出皮质骨与松质骨。骨组织主要由皮质骨与松质骨组成。在膝关节中,胫骨近端骨组织主要为松质骨^[16]。有研究表明在骨质丢失时将首先

影响松质骨^[2]。但是皮质骨的 BMD 远远高于松质骨,因此松质骨的改变状况将在 DXA 检查时被高密度的皮质骨所掩盖,因而会产生误差,影响早期诊断。

随着 CT 技术、设备的发展及 QCT 的大量开发应用,QCT 技术进一步受到关注。其有以下优势:①QCT 能够分别测量皮质骨与松质骨②QCT 测量的 BMD 是体积骨密度,与骨骼大小无关③QCT 具有非常好的敏感性及特异性。QCT 在对腰椎骨质疏松的评价方面已有大量报道,但是,其测量膝关节骨密度方面鲜有报道。根据膝关节的骨组成特点,只有测量膝关节松质骨的骨密度才能准确的评价膝关节的骨密度。而 QCT 作为目前唯一可以对皮质骨及松质骨分开测量的方法,理论上应该更适合膝关节骨密度的测量。

本研究通过对 30 名确诊为一侧膝关节前交叉韧带损伤(未经治疗),另一侧膝关节健康的患者行双膝关节 QCT 骨密度测量,选择测定具有代表性的、且与前交叉韧带重建时隧道钻取位置密切相关的股骨内外侧髁及胫骨平台处的多个 ROI 的骨密度。其中,股骨内外侧髁及胫骨平台中 1/9 处的 BMD 尤为重要,因为这 3 个 ROI 区的 BMD 与膝关节不同部位骨密度的异质性紧密相关^[12]。结果表明:除双膝关节胫骨平台内上 1/9 处的骨密度比较差异有统计学意义之外,其余 ROI 区在 2 名观察者每次测量同一部位的 BMD 之间或观察者前后两次测量同一部位的 BMD 之间均具有高度的一致性。提示在患侧膝关节及健侧膝关节的 QCT 骨密度测量中,同一观察者前后测量的数据以及不同观察者测量的数据之间均具有很好的一致性。而双膝关节

胫骨平台内上 1/9 处的 BMD 比较差异有统计学意义的原因可能是因为在此处 ROI 区的设定时测量平面选择在紧邻关节软骨下 1.5 mm 平面处,部分样本人群可能在此位置还残存少量的皮质骨以及 CT 容积效应的原因。

本研究尚有不足之处,样本人群较小,不能完全代表普通人群。在选定不同部位的 ROI 时,由于是手动操作,所以会存在一定的误差,在一定程度上影响了结果的精确性。

本研究证实 QCT 测量膝关节骨密度有很好的可重复性,可用于评价膝关节骨密度的状态。且在研究中发现,前交叉韧带损伤后的膝关节,不同部位的骨密度变化情况会有较大的差异,这可能与膝关节的生物力学有着紧密的联系。此观点将在今后的研究中进一步探讨。

【 参 考 文 献 】

- [1] National Osteoporosis Foundation 1998. Osteoporosis: review of the evidence for prevention, diagnosis and treatment and cost-effective analysis. *Osteoporos Int*,1998,(Suppl 4):S3-S6.
- [2] Adams JE. Quantitative computed tomography. *Eur J Radiol*, 2009,71: 415-424.
- [3] Kannus P, Jarvinen T, Sievanen H, et al. Effects of immobilization, three forms of remobilization, and subsequent deconditioning on bone mineral content and density in rat femora. *J Bone Miner Res*, 1996, 11: 1339-1346.
- [4] Boyd SK, Matyas JR, Wohl GR, et al. Early regional adaptation of periarticular bone mineral density after anterior cruciate ligament injury. *J Appl Physiol*, 2000, 89: 2359-2364.
- [5] Bellido M, Lugo L, Roman-Blas JA, et al. Subchondral bone microstructural damage by increased remodeling aggravates experimental osteoarthritis preceded by osteoporosis. *Arthritis research & Therapy*, 2010, 12: 152-162.
- [6] Calvo E, Castaneda S, Largo R, et al. Osteoporosis increases the

severity of cartilage damage in an experimental model of osteoarthritis in rabbits. *OsteoArthritis and Cartilage*, 2007, 15: 69-77.

- [7] Natri A, Jarvinen M, Kannus P, et al. Changing injury pattern of acute anterior cruciate ligament tears treated at Tampere University Hospital in the 1980s. *Scand J Med Sci Sports*,1995, 5:100-104.
- [8] 于长隆,敖英芳,张美荣,等. 前交叉韧带损伤与膝关节骨密度的关系研究. *中国运动医学杂志*,2001,20(3):270-271.
- [9] Steven K. Boyd, John R. Matyas, Greg R. Wohl et al. Early regional adaptation of periarticular bonemineral density after anterior cruciate ligament injury. *J Appl Physiol*,2000,89:2359-2364.
- [10] Judex S, Gross TS, Bray RC, Zernicke RF,et al. Adaptation of bone to physiological stimuli. *J Biomech*, 1997,30: 421-429.
- [11] Gong JK, Burgess E, Bacalao P. Accretion and exchange of strontium-85 in trabecular and cortical bones. *Radiat Res*,1966, 28:753-765.
- [12] Zerahh B, Munk AO, Helweg J, et al. Bone mineral density in the proximal tibia and calcaneus before and after arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Arthroscopy*, 2006, 22: 265-269.
- [13] Dye SF, Chew MH. Restoration of osseous homeostasis after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 1993, 21: 748-750.
- [14] Leppala J, Karmns P, Natri A. Effect of anterior cruciate ligament injury of the knee on bone mineral density of the spine and affected lower extremity: a prospective one-year follow-up study. *Calcif Tissue Int*,1999,64:357-363.
- [15] 吕俊峰,吕文秀,韩雪立,等. 长春地区正常人股骨颈骨密度测量(附 436 例 QCT 测量分析). *中国老年学杂志*,2006,26(8):1064-1065.
- [16] Riggs BL, Melton LG, Robb RA, et al. Population-based study of age and sex differences in bone volumetric density, size geometry and structure at different skeletal sites. *J Bone Miner Res*, 2004, 19: 1945-1954.

(收稿日期: 2012-07-22)

定量 CT 腰椎骨密度测量的低剂量研究

王予生 过哲 李端端 赵海竹 刘庆华 于爱红 赵英威 程晓光

中图分类号: R815 R68 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2012)11-0992-04

摘要: **目的** 通过临床验证多排螺旋定量 CT 腰椎低剂量扫描参数, 制定最佳的低剂量多排螺旋 QCT 腰椎扫描协议。**资料与方法** 选取住院拟进行腰椎手术, 术前行常规多排螺旋 CT 平扫和腰椎 QCT 检查的 30 位患者。其中男:10 例, 女 20 例; 年龄 48 ~ 79 岁, 平均年龄 63.97 ± 8.66 岁。分两次采集常规 250 mA 和 50 mA 两组腰椎加校准体模 QCT 容积数据, 将两组 L2-L4 容积数据传至骨密度工作站进行骨密度 (Bone Mineral Density) 测量。应用统计软件 SPSS 15.0 进行统计分析。**结果** 250 mA 组与 50 mA 组 L2、L3、L4 平均 BMD 值无差异 ($P > 0.05$); 两组三椎体总平均 BMD 值无差异 ($P > 0.05$); 250 mA 组辐射剂量 DLP 值为 229.06 ± 12.35 mGy·cm, 50 mA 组 DLP 值为 45.78 ± 2.48 mGy·cm。**结论** 多排螺旋定量 QCT 腰椎低剂量扫描技术能够保证 BMD 测量准确性, 同时使患者的受辐射剂量比常规多排螺旋 CT 腰椎扫描大幅度降低。

关键词: 骨密度; X 线计算机, 体层摄影术; 定量 CT; 剂量

Low-dose radiation in lumbar bone mineral density measurement by QCT WANG Yusheng, GUO Zhe, LI Duanduan, et al. Department of Radiology, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China
Corresponding author: CHENG Xiaoguang, Email: xiao65@263.com

Abstract: Objective To investigate the influence of low dose multi-detector helical CT scan on the accuracy of lumbar spine bone mineral density (BMD) measurement by QCT. **Materials and Methods** Thirty adult inpatients (10 males and 20 females) underwent routine lumbar CT scan with 250 mA and QCT with 50 mA as standard pre-operation protocol for spine surgery in our institution. The CT scans were performed with the Mindways QCT calibration phantom placed beneath the patient. The CT volume data were then transferred to the QCT workstation to measure the BMD of vertebral body of L2, L3 and L4. Paired *t* test was performed to determine the difference between two groups with SPSS 15.0. Results It was no statistically significant in differences of BMD measured in 250 mA and 50 mA in lumbar spine L2-L4 ($P > 0.05$). Radiation dose was 229.06 ± 12.35 mGy·cm for 250 mA and 45.78 ± 2.48 mGy·cm for 50 mA.

Conclusion Low-dose CT scan with 50mA for lumbar spine QCT BMD measurement ensures the accuracy of BMD measurement, and decreases the radiation dose greatly.

Key words: Bone mineral density; X-ray; Computed Tomography; Quantitative CT; dose

多排螺旋定量 CT (Quantitative computer tomography QCT) 腰椎扫描已广泛应用于腰椎骨密度 (Bone mineral density, BMD) 测量。在采集容积数据用于骨密度测量的同时, 应对扫描过程中所产生的电离辐射加以重视^[1]。根据采用尽可能低的合理剂量 (As low as reasonably achievable ALARA)

放射防护最优化原则, 本研究旨在探索降低多排螺旋 QCT 腰椎扫描条件, 满足临床骨密度测量准确性要求、并降低患者受辐射剂量。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2011 年 8 月-10 月期间住院拟进行腰椎手术的 30 位患者, 其中男性 10 例, 女性 20 例; 年龄 48 ~ 79 岁, 平均年龄 63.97 ± 8.66 岁。病例选取标准: 腰椎椎体无骨折、无楔形变、无金属植入物、无骨水泥; 住院手术前行常规腰椎多排螺旋 CT 扫描及

基金项目: 北京市卫生系统高层次卫生技术人才培养项目 (2009-2-03)

作者单位: 100035 北京, 北京积水潭医院放射科 (王予生、过哲、李端端、赵海竹、刘庆华、于爱红、程晓光)

通讯作者: 程晓光, Email: xiao65@263.com

腰椎 QCT 检查,这两项检查是我院脊柱手术常规术前检查,没有因做本研究而增加患者辐射剂量。所选患者均签署了检查的知情同意书。

1.2 检查方法

CT 扫描机选用日本东芝 16 排 Aquilion16 螺旋 CT 扫描机,体模选用美国 Mindways 公司的 5 样本 QCT 校准体模(美国 Mindways, Inc. 制造,序列号 S. N. 2939)。由于所选病例均为住院腰椎手术患者,患者术前需常规行多排螺旋 CT 扫描进行术前影像评估。第一次为常规腰椎 CT 扫描(管电流为 250 mA),我们同时把 QCT 校准体模放在患者腰部下面,采用常规扫描参数完成容积数据采集,并通过后重建设置 QCT 的重建参数获得 250 mA 扫描条件下的 QCT 数据。第二次为腰椎 QCT 扫描(管电流为 50 mA)。住院患者术前常规需行腰椎 QCT 检查,测量椎体 BMD 作为手术前评估。此次采集患者 50 mA 扫描条件下 QCT 数据。分别将两组数据命名为 250 mA 组和 50 mA 组。

(1)患者体位:先将校准体模按足先进方向置于扫描床上,上面垫上胶袋以消除腰背部与校准体模之间的空气间隙。患者足先进,腰部置于校准体模上仰卧,全部腰椎需包含在校准体模长度范围内。双手抱头,双下肢伸直,脚尖呈中立位。腰部区域无任何异物。

(2) CT 扫描方法:第一次常规扫描参数:管电压 120 kV,管电流 250 mA,机架旋转时间 0.5 s/r,层厚:1 × 16 mm,PF 0.938。扫描方式:螺旋扫描。床高:81 cm,扫描范围 L2-L4。视野(FOV)40 cm,重建矩阵 512 × 512。重建算法:FC03(标准算法)。重建间距:0.8 mm。记录 CT 扫描机上每一例扫描所产生的 L2-L4 范围内的辐射剂量乘积(DLP 单位:mGy·cm)。第二次 QCT 扫描参数除管电流设置为 50 mA 外,其余参数与第一次常规扫描参数一致。记录 CT 扫描机上每一例扫描所产生的 L2-L4

范围内的辐射剂量 DLP。将两次采集的 30 例患者腰椎 QCT 容积数据按 250 mA 组和 50 mA 组传至骨密度工作站进行 BMD 测量。

(3)骨密度测量:在骨密度工作站上用骨密度分析软件:QCT PRO™ 3D 脊柱 BMD 应用模块(版本 4.0 Mindways Software, Inc.)。对 30 例患者 250 mA 组和 50 mA 组容积数据进行 BMD 测量。方法:在工作站上点击 3D 脊柱 BMD 应用模块图标,打开 Patient information 界面输入信息,点击 confirm match 进入 Extraction 界面;在 Extraction 界面中设置脊柱影像上决定用于骨密度分析的区域和获得的模的兴趣区(ROI)。此时在椎体旁出现一圆形光标,同时在模的周围出现矩形模框光标。将 ROI 置于轴面椎体影像的中央松质骨区域;将矩形光标包含住全部校准模。接着在 Rotation 和 ROI 界面中的轴面、冠状面、矢状面的多平面重组(MPR)影像上确定 L2-L4 的 ROI 位置,确认椎体。在 Results 显示各椎体的 BMD 和三个椎体总平均 BMD 值。

1.3 统计学方法

应用统计软件 SPSS 15.0 进行分析。BMD 及 DLP 计量资料数据以均值 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。两组中单个椎体平均 BMD 值,三个椎体总平均 BMD 值比较采用配对 *t* 检验,*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

两组 L2,L3,L4BMD 值和三个椎体总平均 BMD 值;两组平均 BMD 值差异配对 *t* 检验结果:250 mA 组与 50 mA 组 L2、L3、L4 平均 BMD 值无差异(*P* > 0.05);两组三椎体总平均 BMD 值差异无统计学意义(*P* > 0.05),见表 1。250 mA 组 L2-L4 三个椎体辐射剂量 DLP 值为 229.06 ± 12.35 mGy·cm。50 mA 组三个椎体辐射剂量 DLP 值为 45.78 ± 2.48 mGy·cm。

表 1 250 mA 组和 50 mA 组腰椎椎体平均 BMD($\bar{x} \pm s$)mg/cm³ 配对 *t* 检验结果

分组 检验	例数	BMD			
		L2	L3	L4	平均值
250mA 组	30	78.46 ± 31.71	70.08 ± 31.00	70.56 ± 29.47	73.03 ± 30.21
50 mA 组	30	78.61 ± 31.29	70.92 ± 31.27	71.81 ± 29.59	73.78 ± 30.13
<i>t</i>		-1.192	-1.189	-1.318	-1.299
<i>P</i>		0.849	0.244	0.198	0.204

注:*t* 值和 *P* 值是两组间腰椎平均 BMD 值差异比较所得。两组 L2,L3,L4 单个椎体以及三个椎体总平均 BMD 值差异比较均无统计学意义(*P* > 0.05)

3 讨论

骨质疏松症(osteoporosis)是一种全身性的骨骼疾病,其特征为骨密度(bone mineral density)减低和骨组织结构的退化,骨的脆性增加以及容易发生骨折^[2]。骨质疏松性骨折是因骨强度下降而产生的,而骨强度主要由骨密度和骨质量两方面因素所决定。骨密度的测量仍是评价骨质疏松敏感和特异的方法^[3]。QTC 测量椎体骨密度可以用于诊断骨质疏松^[4]。QCT 是将人体的被检查部位与校准体模一起,通过 CT 扫描把带有人体被检查部位 X 线衰减信息的 CT 值经校准体模转换成以 mg/cm^3 为单位的一种骨密度测量技术。它利用 CT 断层影像,排除了影像重叠所造成的组织叠加,可以将感兴趣区(ROI)设置在椎体的松质骨区域,使骨密度值更加精确。近年来,QCT 的测量方法也有所改变,出现了体积(Volumetric)CT 等测量方法^[5]。多排螺旋 CT 扫描获得的容积数据可以进行多平面重建(MPR),在横断面、冠状面、和矢状面同时设定 ROI。这样可使定位更加准确,测量精度更高^[5]。

随着人口老龄化以及对骨质疏松症的提早预防,QCT 特别是多排螺旋 QCT 的检查将广泛在临床得到应用^[6]。多排螺旋 QCT 与多排螺旋 CT 一样采用的是 X 线扫描。多排螺旋 CT 常规扫描条件的高低,直接影响的影像质量,同时还产生不同程度的电离辐射,这已得到共识。但是多排螺旋 QCT 的扫描条件是否对骨密度的测量结果产生影响?如何在临床扫描中应用低剂量扫描技术降低辐射剂量并保持腰椎骨密度值的准确,则是本研究所要解决的问题。目前主流厂家都普遍将多排螺旋管电压恒定设置在 120 kV,在管电压恒定情况下,辐射剂量(DLP)的变化是由管电流(mA)×扫描时间(s)即 mAs 来决定的^[7]。辐射剂量(DLP)与 mAs 呈强相关($r = 0.999$, $P < 0.01$)^[8]。

调整 mAs 来控制多排螺旋 QCT 扫描辐射剂量(DLP),需要首先在体模上研究扫描技术参数 mAs 变化对 BMD 的影响。笔者此前已进行了体模研究^[8]。依据体模研究,将 mAs 定为常规平扫与 QCT 兼顾的 250 mA 和专门 QCT 的 50 mA 两种条件扫描。考虑到人体的组织成分、分布,解剖构成,性别特征、体态差异等因素^[9,10],需要在临床中验证体模研究所得出的 mAs 变化不影响 BMD 值测量结果准确性这一结论。从而确保 50 mA 低剂量扫描技术能够在临床 QCT 扫描中应用。此次研究结果显示

30 例病例在两组单个椎体 BMD 值以及三个椎体总平均 BMD 值组间差异比较,均无统计学意义($P > 0.05$)。验证了扫描条件 mAs 的变化,不会影响临床 BMD 的测量的准确性。但较高的 mAs 会产生较高的 DLP,使患者受到的辐射剂量增加。

多排螺旋 QCT 在运用低剂量扫描技术方面与普通多排螺旋 CT 常规扫描不同。普通多排螺旋 CT 常规扫描可根据体重系数(BMI)对不同体型的患者采用自动曝光控制或制定个性化的扫描协议降低辐射剂量。而多排螺旋 QCT 则要求所有的患者必须在固定的扫描协议(kV、mAs、FOV、重建中心、滤过参数、层厚、螺距因数、床高)下扫描,采集容积数据进行 BMD 分析。此次研究结果验证了 50mA 扫描 BMD 测量的准确性,因此可以制定 50 mA 低剂量扫描协议。这样既保证了在 BMD 工作站上,对轴面、冠状面、矢状面重建影像上辨别椎体的最低影像分辨率要求;也可使患者多排螺旋 QCT 测量腰椎 BMD 的有效剂量降至 0.69mSv。 $(0.015 \text{ mSv} \cdot \text{mGy}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \times 45.78 \text{ mGy} \cdot \text{cm} = 0.69 \text{ mSv } E = k \cdot \text{DLP})$ 。

多排螺旋 CT 常规扫描,是通过观察具有一定空间分辨率和密度分辨率,清晰显示组织结构、解剖形态的高质量重建影像进行诊断。扫描条件、重建算法是产生高质量重建影像的基础。扫描条件 mAs 的高低,将影响影像的信噪比、直接影响 CT 影像质量,进而影响诊断准确性,因此很难实现超低剂量扫描。多排螺旋 QCT 是通过 CT 扫描腰椎,将 X 线衰减信息的 CT 值经校准体模转换成以 mg/cm^3 为单位的骨密度值。诊断不需要显示组织细节的重建影像,因此可降低 mAs,这是实现低剂量扫描技术的基础。因此为了保证高质影像,相同扫描范围多排螺旋 CT 必须使用比多排螺旋 QCT 扫描高的 mAs 扫描。从而产生比 QCT 高近 5 倍的辐射剂量(3.44 mSv;0.69 mSv)。这些,在先前的欧洲标准腰椎体模多排螺旋扫描和多排螺旋 QCT 扫描条件 mAs (250 mA:50 mA)和辐射剂量 DLP (239 mGy·cm:47.9 mGy)对比研究中得到了验证^[8]。在研究中,辐射剂量是按 L2-L4 之间 10 cm 扫描范围计算。在实际临床应用中,多排螺旋 CT 腰椎平扫范围为 L1-S1,平均长度 550 mm,据此计算有效剂量为 6.25 mSv;而多排螺旋 QCT 腰椎扫描范围为 L1-L2,平均长度 60 mm,有效剂量仅为 0.51 mSv。是腰椎平扫剂量的十二分之一(6.25/0.51 mSv)。

本研究说明,250 mA 和 50 mA 扫描对骨密度测量结果没有影响。在制定腰椎多排螺旋 QCT 扫描

协议时,如果专门行 BMD 测量,建议采用低剂量 QCT 扫描技术。以东芝 16 排螺旋 CT 为例,可采用 120 kV,50 mA,机架旋转时间 0.5 s。其他机型可按 120 kV,及该 CT 标定的最低 mA,机架旋转时间设置。扫描范围应限制在 T12-L3 中的两个完整椎体^[1]。如果同时行常规腰椎和 QCT 检查,建议采用 QCT 扫描协议,但将 mA 设置为 250 mA,机架旋转时间 0.5 s。这样既可以进行常规影像诊断,又可以进行准确的骨密度测量,并减少了一次专门 QCT 扫描产生的辐射剂量。

多排螺旋定量 QCT 腰椎扫描,采用低剂量扫描技术,在临床实际应用中能够保证 BMD 测量准确性。通过制定低剂量标准扫描协议,可使腰椎 BMD 测量准确一致,便于随访。同时使患者的受辐射剂量比常规多排螺旋 CT 腰椎扫描大幅度降低近 12 倍,实现“绿色”扫描。

【 参 考 文 献 】

[1] Engelke K, Adams JE, Armbrrecht G, et al. Clinical use of quantitative computed tomography and peripheral quantitative computed tomography in the management of osteoporosis in adults: the 2007 ISCD Official Positions. J Clin Densitom, 2008, 11(1): 123-162.

[2] NH Consensus development Panel on Osteoporosis Prevention, Diagnosis and Therapy. Osteoporosis prevention, diagnosis and therapy. JAMA, 2001, 285(6):785-795.

[3] 余卫. 骨密度的测量及骨疏松的诊断. 当代医学,2001,7(6): 76-82.

[4] 林强,姚金朋,余卫. 定量 CT 在骨密度测量中的应用. 中华放射学杂志,2009,43(2):219-221.

[5] 程晓光,余卫等. 定量 CT 骨密度测量技术的进展与临床应用. 中国医学影像学杂志,2011,19(12):927-929.

[6] 程晓光,杨定焯,周琦,等. 中国女性的年龄相关骨密度、骨丢失率、骨质疏松发生率及参考数据库-多中心合作项目. 中国骨质疏松杂志,2008,14(4):221-228.

[7] 白玫 郑钧正. 多排(层)螺旋 CT 的辐射剂量表达及其影响因素探讨. 辐射防护, 2008,28(1): 1-12.

[8] 王予生,过哲,程晓光,等. 脊柱定量 CT 参数对骨密度测量的影响. 中国医学影像学杂志,2011,19(12):937-939.

[9] 于爱红,陈祥述,程晓光,等. 体重、身高及体重指数与双能 X 线骨密度仪和定量 CT 测量腰椎骨密度的关系. 中国医学影像学杂志,2011,19(12):956-958.

[10] Braillon PM. Quantitative computed tomography precision and accuracy for long-term follow-up of bone mineral density measurements: a five year in vitro assessment. J Clin Densitom, 2002,5(3):259-266.

(收稿日期: 2012-07-19)

多发性骨髓瘤脊柱病变临床及 MRI 分析

于爱红 程克斌 梁伟 程晓光 张晶 顾翔

中图分类号: R815 R68 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2012)11-0996-03

摘要: **目的** 探讨多发性骨髓瘤脊柱病变临床及 MRI 影像学特点。方法 回顾性分析 31 例脊柱多发性骨髓瘤患者的临床及 MRI 资料,全部病例经穿刺病理及细胞学检查确诊为多发性骨髓瘤。其中男 16 例,女性 15 例,发病年龄 45 ~ 77 岁,平均年龄 51.6 岁。结合临床资料,分析其 MRI 表现特点。**结果** 本组正常型 1 例;局灶型 9 例,表现为多个脊椎或单个脊椎内大小、数目不等的病灶;弥漫型 14 例,表现为扫描范围内所有脊椎多发性弥漫异常信号;“椒盐型”8 例,弥漫脊椎受累,T1WI、T2WI 均表现为弥漫性斑点状高、等、低混杂信号。28 例累及椎体及附件;15 例形成椎旁软组织肿块。8 例增强后患者,病灶均表现为不同程度的强化。**结论** 脊柱多发性骨髓瘤 MR 工具具有一定的特点,对于临床以颈、胸、腰背痛就诊的中老年患者,应临床与 MRI 表现结合,进行综合诊断和鉴别诊断。

关键词: 多发性骨髓瘤;磁共振成像;脊柱;骨质疏松症

MRI and clinical features of multiple myeloma in spine YU Aihong, CHENG Kebin, LIANG Wei, et al.

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

Corresponding author: GU Xiang, Email: gux21@163.com

Abstract: Objective To study the MRI and clinic features of the vertebral multiple myeloma (MM).

Methods The MRI and clinic features of 31 patients with vertebral MM proved by histology were retrospectively analyzed. The mean age of the patients (16 men and 15 women, range 45-77 years) was 51.6 years old. **Results** The vertebral MM was classified into the following four types: normal type in 1 case, focal MM in 9 cases in which the lesions scattered in one vertebra or multiple vertebrae with different size and number, diffuse MM in 14 cases in which all the vertebrae were involved, and “Salt with pepper” patterns in 8 cases which were characterized by diffuse spot-like hyper-, iso-and hypo-intensity. Both vertebral body and posterior elements were involved in 28 cases. Paravertebral soft tissue mass was seen in 15 cases, and different enhancement was shown in 8 cases. **Conclusion** The vertebral MM has some features on MRI. In elderly patients with pain of the spine, it is necessary to combine MRI features with clinical presentation in diagnosis and differential diagnosis of MM.

Key words: Multiple myeloma; Magnetic resonance imaging; Spine; Osteoporosis

多发性骨髓瘤 (multiple myeloma, MM) 是起源于骨髓网织细胞的恶性肿瘤,发病率仅次于非霍奇金淋巴瘤和白血病,为造血系统常见的第三大恶性肿瘤。临床症状和体征多样,病变常累及含红骨髓的骨骼,脊柱是最常受侵犯的部位,正确诊断对治疗及预后十分重要^[1]。发生于脊柱的多发性骨髓瘤常易误诊为骨质疏松、转移瘤等其他脊柱好发疾病。

本研究总结脊柱多发性骨髓瘤的临床及 MRI 影像学特点,以期提高临床医生对本病的认识,减少漏诊及误诊的发生。

1 材料和方法

1.1 研究对象

收集 2008 年 1 月至今在北京积水潭医院住院的 31 例多发性骨髓瘤患者,全部病例均于化疗或放疗前行脊柱单部位或多部位 MRI 检查,全部病例经穿刺病理和/或细胞学检查确诊为多发性骨髓瘤。脊柱病变未穿刺患者经临床及随访排除其他病变。其中男 16 例,女性 15 例,发病年龄 45 ~ 77 岁,平均

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

作者单位:100035 北京,北京积水潭医院放射科(于爱红、程克斌、梁伟、程晓光、张晶、顾翔)

通讯作者:顾翔,Email:gux21@163.com

年龄 51.6 岁。

1.2 MRI 检查方法

全部病例行脊柱 MRI 检查,其中腰椎 11 例,胸椎 5 例,颈椎 3 例,胸椎及腰椎 6 例,腰椎及骶椎检查 6 例。MRI 检查采用 1.5TGE (Signa Excite HD TWINSPEED) 或 1.5T SIEMENS (MAGNETOM ESPREE) 磁共振机进行扫描;颈椎采用颈线圈,胸、腰、骶椎采用表面线圈。腰椎扫描序列包括矢状位 T1WI (TR/TE = 550 - 600/10 - 12 ms), 矢状位 T2WI (TR/TE = 3000 - 3200/102 - 108ms), 矢状位 STIR (TR/TE/TI = 3500 - 3600/66 - 68/160 ms); 层厚 4 mm, 层间距 0.4 mm; FOV 为 300 mm; 横轴位 T2WI (TR/TE = 2800 - 3500 /90 - 110 ms), 层厚 4 mm, 间距 1 mm, FOV 为 280 ~ 300 mm。部分病例加扫冠状位或横轴位。颈椎、胸椎及骶椎扫描序列及参数参照腰椎,按临床扫描常规。8 例患者行 Gd-DTPA 增强扫描。

2 结果

2.1 临床表现

本组病例从出现症状至确诊时间长者 22 个月,短者 3 周。首诊症状主要包括骨痛(表现为颈、腰痛、胸痛)29 例(93.5%);肢体症状 5 例(16.1%);贫血 12 例(38.7%);发热 6 例(19.4%);病理性骨折 16 例(51.6%);乏力 17 例(54.8%);肾功能不全 9 例(29.0%)。其中 16 例患者以反复腰痛和/或腿痛就诊,以间盘突出及脊柱退变诊断治疗后不见后转,最终确诊为多发性骨髓瘤。多发性骨髓瘤的类型分别是:IgG 型 21 例,IgA 型 8 例,轻链型 2 例。

2.2 MRI 表现

2.2.1 病变分型及信号特点:依据 Stäbler、向东等^[2,3]研究将多发性骨髓瘤的 MRI 表现分为四种类型。

正常型本组 1 例(3.2%),脊椎 T1WI、T2WI 信号增高,提示骨质疏松,STIR 序列未显示明确异常。

局灶型 9 例(29.0%),表现为多个脊椎或单个脊椎内大小、数目不等的病灶;其中 3 例表现为 T1WI、T2WI 等信号,STIR 为略高信号;4 例表现为 T1WI 等、略低信号,T2WI 为等高信号,STIR 序列为高信号为主混杂信号;2 例为不均匀 T1WI、T2WI 低信号。5 例伴椎体病理骨折。

弥漫型 14 例(45.2%),表现为扫描范围内所有脊椎多发性弥漫异常信号,9 例伴单发或多发椎

体压缩骨折。病灶呈多发结节状、多发片状,不规则形,或多种形态混合出现(图 1 ~ 3)。其中 10 例骨质疏松背景下病灶为 T1WI 等低信号,T2WI 为等高信号,STIR 序列为高信号;2 例骨质疏松背景下 T1WI、T2WI 未显示明确异常,STIR 序列散在淡片状略高信号;2 例 T1WI 椎体弥漫信号减低,T2WI 椎体低信号内散在点片状高信号,STIR 序列可见散在片状略高信号。

“椒盐型”8 例(25.8%),弥漫脊椎受累,T1WI、T2WI 均表现为弥漫性斑点状高、等、低混杂信号,STIR 序列可见散在片状边界不清略高信号(图 4 - 6)。其中 2 例伴椎体病理骨折。

2.2.2 受累部位:3 例只累及椎体,28 例累及椎体及附件;15 例形成椎旁软组织肿块,其中 2 例累及骶骨的局灶型病灶形成巨大软组织肿块,肿块直径超过 5 cm。

2.2.3 增强后改变:8 例增强后患者,病灶均表现为不同程度的强化。

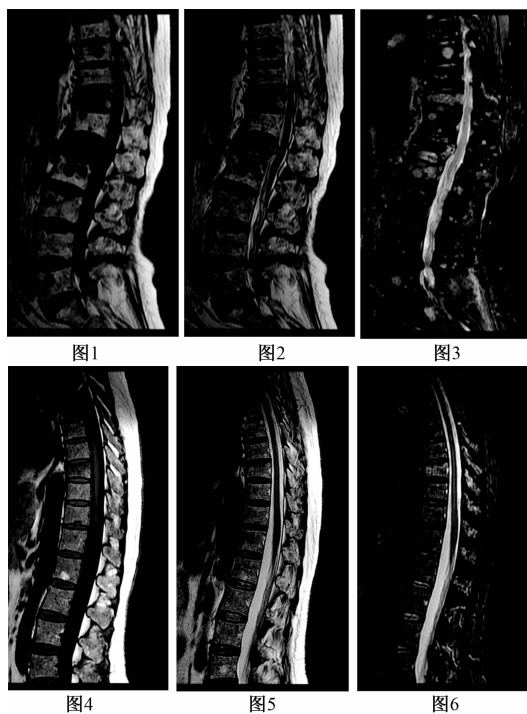


图 1 ~ 3, 女性患者, 75 岁, 间断腰背痛 1 年余, 渐进性加重。脊柱弥漫型多发性骨髓瘤伴 T11、L1 压缩骨折。T1WI(图 1) 显示弥漫脊椎多发结节状异常等、略低信号, 累及椎体及附件; T2WI(图 2) 为等、略高信号, STIR 序列(图 3) 为高信号。图 4 ~ 6, 患者女性, 51 岁, 间断腰背痛 2 个月, 渐进性加重。脊柱“椒盐型”多发性骨髓瘤。弥漫脊椎受累, T1WI(图 4)、T2WI(图 5) 均表现为弥漫性斑点状高、等、低混杂信号, STIR 序列(图 6) 可见散在片状边界不清略高信号。

3 讨论

多发性骨髓瘤好发于中老年人,好发年龄在 41~60 岁,男多于女。临床表现多样化,起病隐袭,临床表现复杂多样。多发性骨髓瘤是骨病发生最高的疾病之一,其发生率可达 70%~95%^[4],在本研究中约 93.5% 患者以颈、腰及胸痛症状就诊,显示了其脊柱病变的高发性。多发性骨髓瘤骨病发生机制是瘤细胞释放 RANKL、TNF、SDF-1、IL-6 等破骨细胞活化因子和 Dkk-1、IL-3、TGF-8 和肝细胞生长因子(HGF)等成骨细胞抑制因子,引起破骨细胞过度活化而成骨细胞生长受抑,导致骨吸收和骨形成这一骨重塑过程的失衡^[4]。瘤细胞在骨髓腔内增生,引起弥漫性骨质疏松或局限性骨质破坏,病变进一步发展易引起椎体压缩性骨折,故脊柱病变早期极易误诊为椎间盘突出、骨质疏松等退变性疾病。本组病例中 16 例患者以反复腰痛和/或腿痛就诊,以间盘突出及椎体骨折治疗后不见好转,最终确诊为多发性骨髓瘤。

MRI 可以直观显示病变骨髓浸润的范围、形态特点、邻近结构的变化等,有助于骨髓瘤的诊断及治疗效果评估。

脊柱的多发性骨髓瘤在影像上常表现为脊椎弥漫分布的多发溶骨性破坏及广泛的骨质疏松,溶骨性破坏多表现为穿凿样改变或虫蚀样改变,弥漫分布于椎体及附件。与正常骨髓相比,多发性骨髓瘤 T1WI 上多为低信号,T2WI 上为高信号;STIR 及 T2 脂肪饱和和抑制序列上脂肪高信号被抑制,病灶信号与正常骨髓对比更明显,增强扫描时依其血供情况而有不同程度的强化^[5]。本组病例大多表现为这样的信号特点,与其他疾病比较其信号特点并无特异性。1996 年 Stäbler^[2]通过与病灶穿刺后的细胞学结果对照,将多发性骨髓瘤的 MRI 表现分为正常型、弥漫型、局灶型、弥漫加灶型及“椒盐”型 5 种类型,认为“椒盐”型是多发性骨髓瘤的特征性改变,提示临床早期的病变。“椒盐”型 MRI 表现为弥漫性黑白相间的点状或小颗粒状高、低混杂信号,其中高信号影代表脂肪组织,点状低信号影代表瘤细胞灶及部分正常红骨髓,此征象在诊断与鉴别诊断中价值较大。本组仅 8 例(25.8%)为“椒盐”型。STIR 序列能更清楚的显示脊椎多发性骨髓瘤病灶的形态及范围,对诊断有一定的参考价值。本研究中 4 例病灶在 T1WI 和 T2WI 上为低信号,影像学表现较少见,其原因可能为病灶内纤维成分过多、细胞

含量过少、以及淀粉样物质高度沉积等。

脊柱多发性骨髓瘤常需与转移瘤鉴别,在病变分布上,脊柱弥漫连续多个椎体受累多见于骨髓瘤;而转移瘤椎体受累常表现为跳跃状分布,由于原发肿瘤易反复多次播散,转移瘤同一病例的多个椎体可呈不同表现。在病灶信号特点上,转移瘤受累椎体呈 T1WI 低信号,病变完全或部分取代了正常椎体松质骨应有的短 T1WI 高信号,在上下正常高信号椎体的衬托下,椎体转移瘤十分明显。而骨髓瘤由于广泛骨髓浸润,其正常黄骨髓残留较少,因而缺乏对比。受累椎体信号混杂,病灶境界不清。在 T2WI 上病灶灶周围若出现一条状高信号环环绕(晕征),常高度提示转移瘤^[6]。

发生于脊柱的多发性骨髓瘤当肿瘤细胞浸润较少时,很难与单纯老年性骨质疏松相鉴别。本研究中,5 例患者弥漫型及“椒盐”型患者 T1WI 及 T2WI 病灶显示不明显,只是在 STIR 序列中显示为淡片状略高信号,极易漏诊。因此对于临床及影像科医生,要时刻意识到多发性骨髓瘤继发性骨质疏松症的普遍存在;当遇到临床难以解释的广泛性骨质疏松及骨痛时,就应当警惕多发性骨髓瘤存在的可能。

总之,在临床诊疗工作中,对于以颈、胸、腰背痛就诊的中老年患者,在 MRI 进行脊柱检查时,要想到此病的可能,MRI 表现与临床相结合,进行综合诊断和鉴别诊断,避免误诊及漏诊或进行不必要的手术。

【参 考 文 献】

- [1] Healy CF, Murray JG, Eustace SJ, et al. Multiple myeloma: a review of imaging features and radiological techniques. Bone Marrow Res, 2011;2011:583439. Epub 2011 Aug 8.
- [2] Stäbler A, Baur A, Bartl R, et al. Contrast enhancement and quantitative signal analysis in MR imaging of multiple myeloma: assessment of focal and diffuse growth patterns in marrow correlated with biopsies and survival rates. AJR, 1996;167(4):1029-1036.
- [3] 向东,罗天友,吴景全,等. 脊椎多发性骨髓瘤的 MRI 表现与鉴别诊断. 重庆医科大学学报, 2006, 31(5): 725-727.
- [4] 马军. 中华医学会血液学分会多发骨髓瘤骨病诊治指南. 中华血液学杂志, 2011, 32(10): 721-723.
- [5] Angtuaco EJ, Fassas AB, Walker R, et al. Multiple myeloma: clinical review and diagnostic imaging. Radiology, 2004, 231(1):11-23.
- [6] 同志勤,陈银霞,刘振堂,等. 脊柱多发骨髓瘤与转移瘤的 MRI 鉴别诊断. 中华放射学杂志, 2004, 38(2): 175-177.
- [7] Schweitzer ME, Levine C, Mitchell DG, et al. Bull's-eye and halos: useful discriminators of osseous metastases. Radiology, 1993, 188(1): 249-252.

(收稿日期: 2012-07-19)

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); 50010 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, 体重质量(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、睡眠呼吸暂停综合症及多种癌症有关^[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],而定量化 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

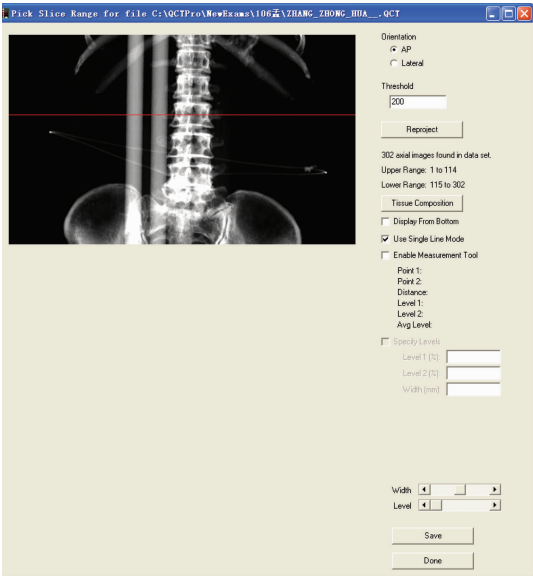


图 1 在定位像中选取要测定的腹部断面

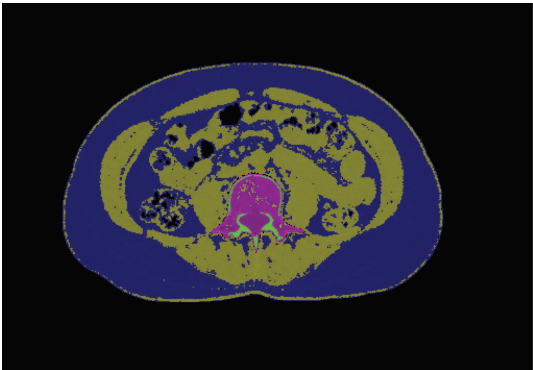


图 2 依据自动密度阈值,断面图像自动着色,区分脂肪成分和内脏肌肉成分

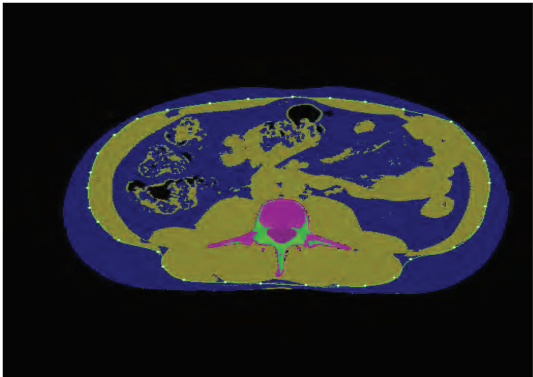


图 3 自动圈定腹壁肌肉外围,区分腹内脂肪组织和皮下脂肪组织

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 ± 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 (cm², $\bar{x} \pm s$)

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 ± 111.39	221.40 ± 109.89	222.26 ± 113.57	223.99 ± 113.28
L3 中心层面	230.43 ± 97.36	229.64 ± 99.11	231.53 ± 103.58	230.52 ± 99.86
L4 中心层面	236.67 ± 96.66	237.07 ± 96.63	237.89 ± 97.84	239.22 ± 97.33
L5 中心层面	253.35 ± 102.60	257.10 ± 102.55	261.97 ± 119.66	259.39 ± 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 (cm², $\bar{x} \pm s$)

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 ± 62.91	112.81 ± 62.18	111.59 ± 62.26	111.19 ± 62.38
L3 中心层面	102.06 ± 49.90	102.39 ± 50.64	101.43 ± 50.03	101.33 ± 51.51
L4 中心层面	87.15 ± 40.45	85.79 ± 39.71	85.40 ± 38.65	86.14 ± 38.17
L5 中心层面	83.15 ± 30.75	81.87 ± 29.55	83.78 ± 32.67	83.23 ± 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 ± 0.58	0.37	2.15
L3 中心层面	1.46 ± 0.81	0.65	4.33
L4 中心层面	2.00 ± 1.08	0.72	5.13
L5 中心层面	2.23 ± 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 ± 0.58、1.46 ± 0.81、2.00 ± 1.08、2.23 ± 1.04(表 3)。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。

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 J Obes 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- α ; 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 Nutr*, 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 测量的腹部脂肪分布与血脂和血糖的关系

娄路馨 王玲 李娜 徐黎 邓薇 刘桐希 赵兴山 程晓光

中图分类号: R815 R68 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2012)11-1004-04

摘要: **目的** 探讨腹部内脏脂肪面积(VFA)和皮下脂肪面积(SFA)与血脂、血糖代谢水平的关系。**方法** 2010 年于我院行腰椎定量 CT(QCT)检查患者 277 名,年龄范围 14~90 岁,中位年龄 63 岁。使用 QCT 脂肪测量软件测量脐水平层面 VFA 和 SFA;同时获得患者静脉血总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)及空腹血糖(FBG)实验室检查结果。为了使正常组和异常组年龄匹配,取年龄 40 岁及以上病例(246 例),根据 TC、TG、HDL-C、LDL-C、FBG 结果的正常、异常,将 VFA 和 SFA 数据分组进行独立样本非参数检验。计算全部病例(277 例)正常、异常组 VFA 和 SFA 值的 95% 可信区间,并做 VFA 和 SFA 与各项实验室指标的相关性分析。**结果** TC、TG、HDL-C、LDL-C 正常、异常组间 VFA 值均有显著性差异($P < 0.05$);TG 正常、异常组间 SFA 值有显著性意义($P < 0.05$)。VFA 与 TG、TC、FBG 的相关性($r = 0.247, 0.326, 0.190$)大于 SFA($r = 0.210, 0.151, 0.111$)。**结论** 血脂代谢正常、异常人群腹部脂肪面积不同,异常人群大于正常人群。VFA 与血糖、血脂的相关性更大,其中 TG 为最明显相关因素。根据血糖、血脂异常组脂肪面积的 95% 可信区间可知,本组研究中,高血脂患者的 VFA 大于 140.3 cm^2 ,SFA 大于 187.2 cm^2 ;高血糖患者的 VFA 大于 140.5 cm^2 。腹脂面积临界值的确定还有待做更大样本的测量。

关键词: 腹内脂肪;皮下脂肪;定量 CT;代谢

Relationships between abdominal visceral and subcutaneous fat measured by Quantitative CT with blood glucose and lipid LOU Luxin, WANG Ling, LI Na, et al. Department of Radiology, Beijing Jishuitan Hospital of Beijing University, Beijing 100035, China

Corresponding author: CHENG Xiaoguang, Email: xiao65@263.net

Abstract: **Objective** To explore the relationships between abdominal visceral fat area (VFA), subcutaneous fat area (SFA) measured by quantitative CT(QCT) and blood glucose and lipid. **Methods** Two hundreds and seventy-seven subjects were selected from the patients who underwent QCT exam of lumbar spine, aged 14–90 years, median age 63 years. VFA and SFA in umbilicus level were measured by the QCT software. The total cholesterol (TC), triglyceride (TG), high density lipoprotein cholesterol (HDL-C), low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) and fasting blood glucose (FBG) of blood were obtained. According to TC, TG, HDL-C, LDL-C, FBG results, 246 subjects ≥ 40 years old were classified as normal group and abnormal group, nonparametric test was performed to determine the difference of VFA and SFA between groups. The 95% confidence interval of all normal and abnormal group of VFA and SFA (277 cases) were calculated. The Pearson correlation was performed between the VFA, SFA and laboratory parameters. **Results** There were significant differences between TC, TG, HDL-C, LDL-C to normal and abnormal group of the VFA values ($P < 0.05$). Significant difference was also found between TG to normal and abnormal group of the SFA values ($P < 0.05$). VFA and TG, TC, FBG correlation test ($r = 0.247, 0.326, 0.190$) is greater than the SFA ($r = 0.210, 0.151, 0.111$). **Conclusion** The normal and abnormal blood lipid metabolism populations have different abdominal fat area. The correlation between VFA

基金项目:北京市卫生系统高层次卫生技术人才培养项目(2009-02-03)

作者单位:100035 北京,北京大学北京积水潭医院 放射科(娄路馨、王玲、李娜、徐黎、刘桐希、程晓光),内分泌科(邓薇),心内科(赵兴山);464000 河南省,信阳中心医院(高兴军);娄路馨,E-mail:xxllxin@126.com,联系电话:15810291889

通讯作者: * 通信作者:程晓光,Email: xiao65@263.com

and blood glucose, blood lipids are greater than others, in which TG is the most obvious factor. In our study, when VFA > 140.3 cm² or SFA > 187.2 cm² the subjects have high risk for high cholesterol and when VFA > 140.5 cm² the subjects have high risk for high blood glucose. Large sample study is warranted to validate the critical value.

Key words: Abdomen, visceral fat area (VFA); subcutaneous fat area (SFA); Quantitative CT; Metabolize

近年来腹部脂肪堆积与代谢综合征的关系越来越受到重视,腹内脂肪被认为是形成代谢综合征的基础^[1]。腹部脂肪含量与骨质疏松也有相关性,有研究显示:健康男性的腹脂含量和骨钙素呈负相关^[2]。CT是目前测量腹部脂肪含量最准确的方法,应用CT脂肪测量软件,可以精确测量脂肪含量和分布。但是国内外将这种方法应用于腹部脂肪与血脂代谢的研究甚少,方法和结论有待进一步探讨。本文就应用定量CT(QCT)软件测量腹部内脏脂肪(腹内脂肪)和腹部皮下脂肪面与血脂、血糖之间的关系作一探讨。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取2010年于我院行QCT腰椎骨密度检查患者277例。患者年龄范围14~90岁,中位年龄63岁;其中女性165例,男性112例。排除库欣综合征、甲状腺疾病患者和近期使用激素药物的患者。

1.2 方法

检查仪器:采用Toshiba Aquilion 64排CT扫描机进行螺旋扫描。

扫描技术参数:120 kV、125 mAs,床高780 mm,螺距:0.985,DFOV:400 mm。

脂肪面积测量:将层厚1mm的标准体部重建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。脂肪面积测量在已有的QCTBMD扫描图像上进行。测量脐水平腹部图面的脂肪总面积和腹内脂肪面积,二者相减得皮下脂肪面积,测量3次,取平均值。

实验室检查:取QCT检查前后3日内抽取静脉血的检查结果,包括总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)及空腹血糖(FBG)的检查结果。正常值:TC < 5.2 mmol/L;TG < 1.7 mmol/L;HDL-C: 1.04 ~ 1.55 mmol/L; LDL-C: < 3.12 mmol/L; FBG: 3.9 ~ 6.1 mmol/L。

1.3 统计学方法

取年龄40岁及以上病例(共计246例,男性:94例,女性:152例),根据TC、TG、HDL-C、LDL-C、FBG检验结果的正常、异常,将VFA和SFA数据分组,正常和异常组间VFA值以及正常和异常组间组间SFA值差异的比较进行独立样本非参数检验, $P < 0.05$ 提示差异有显著意义。计算全部病例(277例)正常、异常组VFA和SFA的95%可信区间。用Pearson相关系数做VFA和SFA与各项实验室指标的相关性分析。所有数据均采用SPSS 17.0统计软件进行统计分析。

2 结果

40岁及以上病例非参数检验结果:TC、TG、HDL-C、LDL-C正常、异常组间VFA值均有显著性差异($P < 0.05$);TG正常、异常组间SFA值有显著性意义($P < 0.05$)(表1,2)。VFA与TG、TC、LDL-C、FBG相关性的 r 值分别为:0.247,0.326,0.209,0.190,强于SFA与TG、TC、LDL-C、FBG的相关性(r 值分别为0.210,0.151,0.199,0.111)。VFA与HDL-C成负相关,($r = -0.037$)(表3)。TC、TG、HDL-C、LDL-C、FBG正常和异常组VFA值和SFA值95%可信区间见表4。

表1 TC、TG、HDL-C、LDL-C、FBG正常、异常组患者腹内脂肪面积(VFA)非参数检验(年龄≥40岁)

实验项	组别	例数	平均秩次	Z值	P值
TC	正常组	165	117.25	1.965	0.049
	异常组	81	136.22		
TG	正常组	138	106.97	4.117	0.000
	异常组	108	144.62		
HDL-C	正常组	84	136.17	2.010	0.044
	异常组	162	116.93		
LDL-C	正常组	195	118.48	2.164	0.030
	异常组	51	142.70		
FBG	正常组	205	119.66	1.893	0.058
	异常组	41	142.71		

3 讨论

腹部脂肪分为腹内脂肪和腹部皮下脂肪两部分。很多学者认为腹内脂肪组织的堆积与血糖、血

表 2 TC、TG、HDL-C、LDL-C、FBG 正常、异常组患者
皮下脂肪面积(SFA)非参数检验(年龄≥40 岁)

实验项	组别	例数	平均秩次	Z 值	P 值
TC	正常组	165	117. 3	1. 951	0. 051
	异常组	81	136. 14		
TG	正常组	138	113. 79	2. 420	0. 016
	异常组	108	135. 91		
HDL-C	正常组	84	125. 42	0. 304	0. 761
	异常组	162	122. 51		
LDL-C	正常组	195	120. 62	1. 240	0. 215
	异常组	51	134. 50		
FBG	正常组	205	123. 16	0. 169	0. 865
	异常组	41	125. 22		

表 3 VFA 和 SFA 值与 TC、TG、
HDL-C、LDL-C、FBG 值的相关性分析。

组别	TC(r)	TG(r)	HDL-C(r)	LDL-C(r)	FBG(r)
VFA	0. 247 *	0. 326 *	-0. 037	0. 209 *	0. 190 *
SFA	0. 210 *	0. 151	0. 055	0. 199 *	0. 111

注: * 在 0. 01 水平(双侧)上显著相关

脂代谢紊乱密切相关,是代谢综合征的决定因素^[3,4]。
脂肪含量及分布的测量方法主要有:体质量指

表 4 腹内、外脂肪面积值 95% 可信区间($\bar{x} + 1. 96s \sim \bar{x} - 1. 96s$)

组别	TC		TG		LDL-C		FBG	
	正常组	异常组	正常组	异常组	正常组	异常组	正常组	异常组
VAF(cm ²)	122. 0 ~ 138. 0	140. 4 ~ 164. 1	114. 5 ~ 131. 5	146. 2 ~ 166. 1	125. 7 ~ 139. 8	141. 0 ~ 170. 0	125. 7 ~ 140. 3	140. 5 ~ 173. 5
SAF(cm ²)	162. 1 ~ 185. 2	187. 2 ~ 220. 0	157. 2 ~ 183. 4	186. 9 ~ 214. 5	—	—	—	—

分析血脂、血糖正常和异常组的腹面积差异时
选取年龄大于等于 40 岁的病例,是因为异常组病例
年龄偏大,95% 以上病例大于 40 岁,将正常组与之
年龄匹配,才能得到更准确的结果。经过正态分布
检验得知各组数据均符合偏态分布,因此做独立样
本的非参数检验。
研究显示腹内脂肪厚度是血清甘油三酯和空腹
胰岛素水平的主要决定因素^[7]。本研究非参数检
验结果显示 TC、TG、HDL-C、LDL-C 正常、异常组间
VFA 值均有显著性差异,而 TG 正常、异常组间 SFA
值有显著性意义($P < 0. 05$),说明腹内、皮下脂肪
对血脂均有影响,而腹内脂肪含量对血脂的影响超
过皮下脂肪。血糖正常组和异常组间没有显著性差
异,可能和研究对象年龄偏大,患糖尿病几率增加,
不能完全排除患者服用降糖药物的影响有关。
Wajchenberg^[8]研究显示:肥胖患者腹内脂肪异
常堆积时,有更高的空腹甘油三酯和 LDL-C 水平以
及更低的 HDL-C 水平,并且与增加冠心病的风险浓

数(BMI)法、水下体重法、皮肤厚度法、超声诊断法、
CT 或 MR 扫描以及双能 X 线吸收测量法
(DXA)^[5,6]。BMI 测量法经 WHO 推荐,方法简便易
行,在国际上广泛使用。但是这种方法受肌肉和骨
骼含量影响,更不能区分脂肪的分布。水下称重法
复杂、不易操作。而超声诊断法容易受到肠气干扰。
DXA 法可以测量身体的脂肪和非脂肪组织含量,但
是难以精确确认腹内和皮下脂肪。CT 可以区分腹
部脂肪的分布,精确计算出腹内和皮下脂肪组织的
面积,被认为是目前测量腹部脂肪含量和分布的最
准确的方法。本研究采用腰椎 QCT 骨密度检查患
者的扫描数据进行分析,由于患者与标准体模同时
扫描,计算结果得到校正,因此可排除 CT 值不稳定
造成的影响。利用 QCT 脂肪面积测量软件测量人
体腹内和皮下脂肪面积,数据准确度高,可重复性
好。此外,研究对象数量充足,同时可以避免患者重
复扫描所致受照计量的增加。选取脐水平层面是
因为,脐水平一般为患者腹部脂肪最厚的层面,并且
可避免肝脏、肾下极的干扰。
度相关。本组研究相关性分析结果显示,VFA 与血
脂、血糖相关性的 r 值强于 SFA 与血脂、血糖相关
性。其中,VFA 与 TG 之间 r 值最高;而 VFA 与
HDL-C 成负相关, ($r = -0. 037$),与上述研究结果
一致。
本组研究数据中,根据血糖、血脂异常组脂肪面
积的 95% 可信区间可知,高血脂患者的 VFA 均大于
140. 3 cm²,SFA 均大于 187. 2 cm²;高血糖患者的
VFA 均大于 140. 5 cm²。目前国内、外尚没有公认
的 CT 测量腹脂肪面积的参考值,本文初步得出血
脂、血糖代谢正常和异常人群的 95% 可信区间和临
界值,为临界值的确定提供了参考依据,有助于临床
对代谢综合征的诊断。
总之,利用 QCT 扫描测量腹部脂肪面积准确、
可行。腹内脂肪面积与血脂、血糖的相关性强于腹
外脂肪面积。本研究不足之处在于患者年龄偏大,
患有糖尿病几率增加,不能完全排除血糖检验结果
受药物影响。此外,今后的研究可以加大样本量,进

一步探讨引起代谢综合征的腹内脂肪面积的临界值。

【 参 考 文 献 】

[1] Appel S J, Jones ED, Kennedy Malone L. Central obesity and the metabolic syndrome: im- plications for primary care providers. J Am Acad Nurse Pract. 2004, 16: 335-342.

[2] H ö gström M, Nordström A, Nordström P. Retinol, retinol-binding protein 4, abdominal fat mass, peak bone mineral density, and markers of bone metabolism in men; the Northern Osteoporosis and Obesity (NO₂) Study. Eur J Endocrinol. 2008 May;158(5):765-70.

[3] Vague J,Vague P,Tramoni M,et al. Obesity and diabetes. Acta Diabetol Lat,1980,17 (2): 87-99.

[4] Carr DB,Utzschneider KM,Hull RL,et al. Intra-abdominal fat is

a major determinant of the National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III criteria for the metabolic syndrome. Diabetes,2004,53 (8): 2087-2094.

[5] 王育才,杨景林,李清亚,等. 利用生物电阻抗测量人体脂肪的研究. 营养学报,1994, 16 (1): 78-82.

[6] Yoshizumi T, Nakamura T, Yamane M, et al. Abdominal fat: standardized technique for measurement at CT. Radiology, 1999, 211(1): 283-286.

[7] Yildirim B, Sabir N, Kaleli B. Relation of intra-abdominal fat distribution to metabolic disorders in nonobese patients with polycystic ovary syndrome. Fertil Steril 2003; 79:1358-1364.

[8] Wajchenberg BL. Subcutaneous and visceral adiposet issue: their relation to them etabolic syndrome. Endocrine Rev, 2000, 21 (6): 697-738.

(收稿日期:2012-07-19)

绝经妇女腰椎及髋关节定量 CT 骨密度测量 诊断骨质疏松的初步研究

邓德茂 何欣 李家言 张建 黄增超 袁文昭 孙伟杰 王玲 程晓光

中图分类号: R815 R68 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2012)11-1008-03

摘要: **目的** 比较绝经后妇女 L2 ~ L4 椎体及髋关节两个部位的定量 CT 骨密度(BMD)测量诊断骨质疏松的效能。**方法** 175 例绝经妇女,年龄 48 ~ 96 岁,平均年龄为 69 ± 9 岁。同时 QCT 测量 L2 ~ 4 椎体的平均体积骨密度及髋关节类 DXA 的面积骨密度,右股骨颈和全髋二个感兴趣区(ROI)。采用国际临床骨密度学会(ISCN)QCT 骨质疏松诊断标准($< 80 \text{ mg/cm}^3$)和 WHO 髋关节 DXA 骨密度诊断标准即股骨颈或全髋感兴趣区的 T 值(-2.5 SD)进行骨质疏松诊断。比较二者诊断骨质疏松的效能。**结果** 175 绝经后妇女中,QCT 骨密度测量腰椎部位骨密度值骨质疏松的检出率是 44% (77/175)。如果采用髋部检查股骨颈部位为 11% (19/175),全髋部位为 14% (24/175),或二者任一部位为 18% (31/175)。如果只做腰椎,不做髋关节,有 7 人漏诊,而如果只做髋关节,不做腰椎会漏诊 44 人。**结论** 采用 QCT 骨密度测量,绝经妇女腰椎检查骨质疏松检出率为 44%,而髋部检查检出率为 18%。采用 QCT 骨密度测量,测量腰椎一个部位就可以诊断骨质疏松。

关键词: 骨质疏松; 骨密度测量; 定量; 计算机体层摄影

The comparison of spine and hip QCT BMD measurements in diagnosis of osteoporosis in the postmenopausal women DENG Demao, HE Xin, LI Jiayan, et al. Department of Radiology, First Hospital, Guangxi Traditional Chinese Medical University, Nanning 530022, China

Abstract: **Objective** To compare the efficacy of spinal and hip QCT BMD measurement in the diagnosis of osteoporosis of postmenopausal women. **Methods** 175 menopausal women aged 48 to 96 years old (69 ± 9 years) were recruited in this study. The average volumetric bone density of L2 ~ 4 and DXA like area bone mineral density of the hip were measured by QCT. According to the international society for clinical densitometry (ISCN) QCT diagnosis criteria of osteoporosis ($< 80 \text{ mg/cm}^3$) and WHO hip DXA BMD criteria, i. e., the score of femoral neck or total hip ROI was below 2.5 SD, then the detecting rate of osteoporosis in the spine and hip was calculated and their performance in diagnosis of osteoporosis was analyzed by statics. **Results** The detecting rate of osteoporosis was 44% (77/175) in the lumbar spine by QCT in 175 postmenopausal women, and the number was 11% (19/175) for femoral neck, 14% (24/175) for total hip ROI, and 18% (31/175) for either of them, respectively. 7 cases would be missed only by the lumbar spine, but 44 cases would be missed only by the hip. **Conclusions** The detect rate of osteoporosis was 44% in the lumbar spine by QCT, and the rate was 18% by hip examination in the postmenopausal women. Measurement of BMD in the spine by QCT will be sufficient to diagnose osteoporosis.

Key words: osteoporosis; bone mineral density measurement; quantitative; computed tomography

骨质疏松症(osteoporosis)是一种与年龄相关的疾病,其发病率随年龄增加而显著升高,是老年人骨折的主要原因,随着人口老龄化的日益重,人们更加

重视骨质疏松的预防和治疗。骨密度(bone mineral density, BMD)测定值与骨量之间正相关,故可根据 BMD 来推断骨量的变化,从成为早期诊断骨质疏松症的一种有效检查方法。目前最为常用的方法是使用双能 X 线吸收测定仪(Dual Energy X-ray absorptiometry, DXA)和定量 CT 测量(Quantitative CT, QCT)测量 BMD。DXA 是比较认可的骨质疏松

作者单位: 南宁,530023,广西中医药大学第一附属医院放射科(邓德茂、何欣、李家言、张建、黄增超、袁文昭);北京 100035,北京积水潭医院放射科(孙伟杰、王玲、程晓光)

诊断方法,但因为 DXA 的平面投影特性,容易受到椎体骨质增生,脊柱侧弯和小关节退变的影响而造成假性骨密度升高,所以在 DXA 骨密度测量中要求腰椎和髋关节二个部位同时做,避免漏诊。QCT 是三维体积骨密度测量,相对不受上述因素的影响,QCT 在骨质疏松症诊治中方便、快捷,其临床应用价值已在国际上得到公认^[1]。但以往研究 QCT 测量 BMD 绝大多数应用于腰椎,尚未见到腰椎、髋关节同时行 QCT 测量 BMD 的报道。本研究通过比较绝经妇女 L2~L4 椎体及髋关节两个部位的骨密度测量骨质疏松检出率和诊断效能。

1 材料和方法

1.1 一般资料

采用 QCT 测量 2011 年 9 月~2012 年 7 月来广西中医药大学第一附属医院同时进行腰椎、髋关节两个部位骨密度检查的绝经后妇女共 175 例,年龄 48~96 岁,平均年龄为 66±9 岁。通过询问病史及其他辅助检查排除患有严重内分泌代谢性疾病及恶性肿瘤的受检查者,且测量前 1 周内均未行 CT 增强检查。

1.2 仪器与方法

采用 GE 16 排螺旋 CT 扫描机、美国 Mindways 公司的 QCT 固体体模和 QCT pro 骨密度分析工作站。受检者仰卧于检查台上使腰椎曲度消失,将体模置于腰骶椎下,并与人体长轴平行,尽量使腰背部紧贴体模。扫描条件及重建方式均为 120 kV、120 mA、螺旋扫描采集、标准体部重建方式、层厚为 1.25 mm 的薄层 Volume 数据、DFOV 400 mm,床高 148 cm。

1.3 测量和数据处理

扫描数据传至 Mindways 公司 QCT pro 工作站进行分析,L2~4 椎体松质骨骨密度测量使用软件的 3D 测量模式进行,ROI 层厚 9 mm,避开骨岛、硬化、骨皮质、椎后静脉入口处骨小梁缺少区,测得每个椎体骨密度值,计算平均骨密度。根据 ISCD 关于 QCT 诊断标准,<80 mg/cm³ 为骨质疏松,80~120 mg/cm³ 为低骨量,>120 mg/cm³ 为正常^[2];髋关节骨密度测量使用软件的髋关节分析模块 (CTXA),即模拟 DXA 2D 测量模式进行,得到的全髋和股骨颈感兴趣区 (ROI) 骨密度值 (aBMD),参考数据库选用中国人正常参考数据值^[3],因 CXTA 的测量数据比 GE Lunar 的 DXA 测量值小 15%,故 T 值的计算是以 GE Lunar 的参考值/1.15 后计算得

到,诊断标准 T<-2.5SD 为骨质疏松,-2.5~-1.0SD 为低骨量,>-1.0SD 为正常。

1.4 统计学方法

采用 SPSS13.0 统计学软件包,不同部位的阳性检出率比较采用 χ^2 检验, $P<0.05$ 认为差别有统计学意义。

2 结果

2.1 腰椎和髋关节的平均骨密度和 T 值列于表 1

表 1 年龄,腰椎和髋关节骨密度和 T 值($\bar{x}\pm s$)

年龄(岁)	L2-4 BMD (mg/cm ³)	股骨颈 aBMD (g/cm ²)	股骨颈 T 值	全髋 aBMD (g/cm ²)	全髋 T 值
69±9	91.26±30.94	0.698±0.132	-0.9±1.1	0.706±0.123	-1.1±0.9

2.2 女性腰椎、髋关节 QCT 骨密度测量骨质疏松检出率的比较

该组 175 绝经后妇女平均年龄 69 岁,QCT 骨密度测量腰椎和髋关节的骨密度值骨质疏松检出率一致性差(Kappa 值=0.239),见表 2。腰椎和髋关节骨质疏松的检出率存在显著性差异($\chi^2=53.175,P<0.001$),腰椎部位的检出率为 44%(77/175),采用股骨颈部位为 11%(19/175),全髋部位为 14%(24/175),或二者任一部位为 18%(31/175)。如果只做腰椎,不做髋关节,有 7 人漏诊,而如果只做髋关节,不做腰椎会漏诊 44 人。

表 2 女性腰椎、髋关节 QCT 骨密度测量诊断结果

腰椎	髋关节			
	正常	低骨量	骨质疏松	合计
正常	29	9	0	38
低骨量	22	31	7	60
骨质疏松	9	44	24	77
合计	60	84	31	175

3 讨论

骨质疏松症是指单位体积骨骼中的骨量减少,骨组织显微结构损坏,导致骨脆性增加,骨骼的正常负载功能减弱,易于骨折为特征的代谢性骨病,是一种全身性代谢骨病。随着社会的老齡化,骨质疏松患者日益增多,其导致的骨痛和病理性骨折严重影响着老年人群的生活质量。因此,对骨质疏松的早期预防、诊断和治疗越来越受到重视。骨质疏松的测量方法多种多样,根据 WHO 的诊断标准,骨质疏松症的诊断主要是根据 DXA 测量骨密度。QCT 是在常规使用 CT 机基础上,加上一个人体模型校准

机器产生的误差,并将 CT 值换算成骨密度值。CT 扫描图像具有密度分辨力高和断面图像的特点,避免了组织结构的重叠,可以显示骨质疏松症的形态和密度改变,所测量出的骨矿密度是真正的体积密度,提高了骨矿密度测量的敏感度和准确度。QCT 在骨质疏松症诊治中的临床应用价值,已在国际上得到公认^[1]。在我国 QCT 在测量骨质密度中也得到普遍的认可^[6-7]。

由于男、女性雌激素的不同改变导致骨代谢的不同变化,继而引起骨量丢失速率的差异构成了男、女骨密度差别特点^[4]。女性绝经后骨量较男性明显减少,主要影响因素是雌激素有降低骨转换和抑制骨吸收作用,绝经后激素水平明显下降所致^[4]。骨质疏松症患者发生骨折以脊柱、髋关节和前臂多见。在测量部位的选择上,肖越勇等^[4]认为椎体中部的骨密度变化可以反映整个椎体骨量的变化趋势,这一部位是 QCT 骨密度测量的最敏感部位。有研究报道^[5]脊椎松质骨的更新率为 20%~25%,是反映骨矿物质含量变化的敏感部位,也是骨质疏松症的好发部位,因此原发性骨质疏松的测量以腰椎最为敏感。当用 BMD 评价治疗反应时,反应最快且最大的是腰椎^[5]。骨质疏松患者脊柱、髋关节和前臂等部位均可发生骨折,以往研究 QCT 测量 BMD 绝大多数应用于腰椎,腰椎、髋关节同时行 QCT 测量 BMD 的报道尚未发现。本研究通过比较绝经妇女 L2~4 椎体及髋关节两个部位的骨密度测量骨质疏松检出率和诊断效能,所得结果提示采用 QCT 骨密度测量,绝经妇女腰椎检查骨质疏松检出率为 44%,而髋部检查检出率为 18%,即绝经妇女中采

用 QCT 骨密度测量,只要测量腰椎一个部位就可以诊断骨质疏松,与相关报道一致^[4-5]。本研究的不足之处:样本量较少,且研究对象为绝经后妇女;研究对象没有做 DXA 检查进行对比。

总之,通过本研究验证了腰椎 QCT 检查诊断骨质疏松的敏感性,可以只做腰椎一个部位就可以诊断骨质疏松。

【 参 考 文 献 】

[1] Engelke K, Adams JE, Armbrrecht G, et al. Clinical Use of Quantitative Computed Tomography and Peripheral Quantitative Computed Tomography in the Management of Osteoporosis in Adults: The 2007 ISCD Official Positions. J Clin Densitom, 2008, 11(1): 123-162.

[2] Acr Practice Guideline for the Performance of Quantitative Computed Tomography (QCT) Bone Densitometry(2008):1-9.

[3] 程晓光,杨定焯,周琦等.中国女性的年龄相关骨密度、骨丢失率、骨质疏松发生率及参考数据库——多中心合作项目.中国骨质疏松杂志,2008,14(4):221-228.

[4] 肖越勇,张金山,华伯勋,等.定量 CT 骨密度测量预测椎体压缩骨折的实验研究.中国医学影像技术,2002,18(7):625-627.

[5] Tucci JR, Tonino RP, Emkey RD, et al. Effect of three years of oral alendronate treatment in postmenopausal women with osteoporosis. Am J Med, 1996, 101(5): 488-501.

[6] 程晓光,余卫.定量 CT 骨密度测量技术的进展与临床应用.中国医学影像学杂志,2011,19(12):881-883.

[7] 张昕,王峻,苏晋生,等.定量 CT 与双能 X 线吸收测定仪测量腰椎各椎体间骨密度差异性研究.中国医学影像学杂志,2011,19(12):884-886,930.

(收稿日期:2012-10-11)

骨质疏松椎体骨折与相关椎体骨疾患的影像鉴别诊断

顾翔 李佳录 于爱红 白荣杰 程晓光

中图分类号: R815 R68 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2012)11-1011-06

摘要: 椎体骨质疏松骨折是临床常见的一种疾患,应用影像学检查和诊断,是临床诊断骨质疏松的重要方法之一。与椎体骨质疏松相似的发生在椎体的相关骨疾患,需要和椎体骨质疏松相鉴别,本文从临床影像学 X 线平片、计算机断层扫描、磁共振成像技术等方面对椎体病变与骨质疏松的鉴别进行介绍。旨在提高在临床工作中对发生在椎体骨质疏松引起的骨折与其他骨病变在影像学方面的鉴别诊断。

关键词: 骨质疏松; 椎体骨折; X 线; 计算机断层扫描; 磁共振成像

Imaging features and differential diagnosis of osteoporotic vertebral fractures and its related diseases

GU Xiang, LI Jialu, YU Aihong, et al. Department of Radiology, Beijing Jishuitan Hospital, Beijing 100035, China

Corresponding author: CHENG Xiaoguang, Email: xiao65@263.net

Abstract: Osteoporotic vertebral fracture is a common disease. Imaging examination and diagnosis is one of the important issues in the diagnosis and management of osteoporosis. It might be noted that vertebral osteoporosis is sometimes similar to other vertebral diseases in terms of imaging appearances while the diagnosis of these diseases is different. Some information about the identification of imaging features and differential diagnosis of vertebral lesions and osteoporosis with X-ray, CT and MRI were summarized in this paper, which are hoped to be helpful for clinicians on imaging differential diagnosis of vertebral fractures caused by osteoporosis and other bone lesions.

Key words: osteoporosis; vertebral fracture; X-ray; CT; MRI

骨质疏松是困扰老年人的一种常见生理和心理的一大疾患。老年性骨质疏松特别表现在脊椎骨的明显改变。骨质疏松症是以骨矿物质和骨基质等比例减少和骨组织显微结构退化为特征,致使骨的脆性增高和骨折危险性增加的一种全身性骨病。骨质疏松症不仅骨量减少,更重要的是其力学性能也降低。骨质疏松最常引发的并发症就是骨折,最常见的便是椎体骨折。骨质疏松性脊柱骨折主要发生在年龄较大的患者。这是因为随着年龄的增加,体内性激素水平下降,对甲状腺素激素的拮抗作用下降,对破骨细胞的抑制作用减弱,从而导致骨量下降及骨强度降低,骨的承受力也明显减弱,轻微外力都可以造成骨折。此外,遗传因素、钙及蛋白质等营养物质摄入不足、活动量减少、免疫功能低下等因素亦与骨质疏松有关。轻微外伤常可导致一个或多个椎体发生压缩性骨折,部分骨折患者可无明确外伤史。其主要临床表现为胸背部疼痛、身高减低和驼背畸形,且疼痛程度个体差异很大,因持续时间较短甚至无明显症状而常常被忽略。另外一些肿瘤性疾患,代谢性骨疾患等,都可造成脊椎骨的病理骨改变,这些都和骨质疏松有着密切的关系,这需要引起临床医生的注意,要很好地了解患者的临床症状,实验室检查以及影像学检查的结果^[1]。

骨质疏松性脊柱骨折的影像学诊断方法以往主要依赖于 X 线平片及 CT 扫描,随着影像学的发展,尤其是 MRI 在其诊断及估计预后等方面的作用越来越大。同时对脊柱椎体的病变诊断有着很大的帮

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

作者单位: 北京 100035,北京积水潭医院放射科(顾翔、李佳录、于爱红、白荣杰、程晓光)

通讯作者: 程晓光,Email: xiao65@126.com

助。我们将脊柱椎体骨折以及脊柱椎体常发生的骨疾患加以简述及鉴别。

1 椎体骨折的诊断

脊柱椎体骨折是骨质疏松后常见的改变之一。由于椎体骨骨量的减少,使得椎体骨骨折的几率加大,骨折往往在外力或较轻微的外力下,即可发生。影像学表现往往是椎体被压缩变形,好发于胸 12 椎体和腰 1 椎体,可单独一个或同时多个椎体受累,椎体前缘骨皮质发生皱褶、中断、嵌入,椎体内出现横行致密带,位于椎体面下 0.1 ~ 1 cm 处或在椎体中部,边缘模糊;同时还可发现椎体有不同程度的骨质疏松和退行性改变。这对于普通 X 线检查即可达到。由于脊柱的结构复杂,在平片上其结构相互重叠,并且平片密度分辨率低,因对细微的病变常不易发现。同时 X 线检查仅仅反映了椎体形态学的改变,这就不可避免地要将一部分陈旧性骨折包括在内而无法与新鲜骨折区分开来,特别是当骨折的椎体外形改变不是很明显并且椎体骨折为多发时。再者,由于骨量丢失 30% 以上时,X 线平片才能显示,故其对椎体早期骨质疏松改变并不敏感,其特异性较差,难于发现早期的骨质疏松改变。另外 X 线平片对原发性和病理性压缩骨折的鉴别诊断有一定的限度,X 线平片上一般两者都表现为椎体压缩呈楔形改变,如合并明显附件骨质破坏或周围软组织肿块,则对病理性骨折诊断有鉴别价值^[2]。

1.1 CT 扫描常规取软组织窗和骨窗断层成像

骨质疏松性脊柱骨折的 CT 特征有:因骨质疏松性椎压缩所呈现的楔形和鱼椎样变形等形态学改变,其高度减低以椎体中部明显,且多伴有变形椎体邻近椎间盘的膨出或突出。常可见骨折线,多同时累及皮质骨和松质骨,甚至可累及附件,也可有骨折片移位突入椎管内,亦可呈现椎体后方皮质弧形突出,时骨折部位似为骨质破坏,一方面可能是骨折本身的原因所致,另一方面可能是骨的吸收所引起。在部分楔形及凹陷形椎体中,椎体后上角翘起,突向椎管,这在其他病因所致的椎体骨折变形中较为少见。另一个特征性的 CT 表现是骨松质密度减低,这在椎体压缩变形初期即可发生,常表现为整个椎体或中央区域的均匀低密度,也可呈斑点状、蜂窝状、栅栏状或不规则小条片状低密度改变。椎体骨皮质普遍变薄,椎体后角及周边可因增生性骨赘而呈高密度突起,两侧常不对称,这可能与不均匀应力或显微骨折的修复有关。若伴有椎间盘膨出或突

出,则可在椎间盘层面见到环形或突起的软组织密度灶向椎管内突入;有时还可能见到压缩性骨折或椎体滑脱所显示的椎缘双边征。多排 CT 扫描可清楚显示椎体骨折及椎管受累的情况,对椎体的水平骨折线矢状及斜行骨折线均可在数据基础上直接显示,三维重建图像可帮助显示更加清晰。CT 的横断面成像避免了 X 线平片结构重叠的缺点,且密度分辨率高,能发现 X 线平片不易发现的细微改变,检测椎体、椎弓根及附件破坏明显比 X 线平片敏感。在骨质疏松性和病理性脊柱骨折的鉴别上 CT 能提供一定的帮助,前者椎体的骨皮质只会骨折,不会破坏,而在绝大多数病理性骨折中椎体前外方或后方的皮质有破坏,同时部分单纯椎体压缩时其周围的软组织影一般都较薄(≤ 8 mm),而病理性骨折者伴有软组织肿块较厚且呈结节状^[3](图 1、2)。

1.2 MRI 的骨质疏松性脊柱骨折的形态学改变

以鱼椎形颇具特征,相邻椎间盘增厚膨大呈双凸透镜状膨突至凹陷椎体内,此种表现是由于椎间盘扩大导致强度减弱的椎体上缘和下缘弓样凹陷,椎体经过压缩、修复、塑形,椎体压缩内凹使相邻的椎间盘代偿性增厚所致,而且椎体压缩越趋于慢性,椎间盘增厚的程度越明显。压缩椎体后上角上翘,突入椎管内压迫硬膜囊,是骨质疏松性脊柱压缩性骨折较有特征性的表现^[4-5]。

2 椎体肿瘤性疾病

2.1 骨血管瘤

以中老年女性多见,发病部位以胸椎最多见。病理上,骨血管瘤由成熟的、大小不等的毛细血管、海绵状血管或血管脂肪瘤样血管等不规则的薄壁血管组成,部分呈血湖或腔隙状,肿瘤的血管间可见脂肪性骨髓组织。椎体血管瘤的改变有时易与椎体骨质疏松相混淆。由于骨质疏松所致骨小梁的稀疏与椎体骨血管瘤的栅栏状骨改变有着相似之处。

2.1.1 脊柱骨血管瘤的影像学表现

2.1.2 脊柱骨血管瘤的放射学表现各异,主要取决于病灶的大小。可以表现为骨小梁增粗,受累区域骨质密度减低,有时也可表现为增高。在轴位 CT 片上,脊柱骨血管瘤通常呈现低密度(脂肪组织),病灶内点状高密度(椎体的垂直骨小梁的横截面)。

2.1.3 X 线平片是诊断椎体骨血管瘤的一种有效且简单的方法。椎体骨血管瘤在 X 线平片上的典型表现是椎体上的垂直的条纹,即增粗肥厚的骨小梁结构,椎体内非受力横向骨梁因血管组织穿行被

吸收,残存纵向受力骨小梁代偿性增粗,故在侧位片上常见增粗的纵向骨小梁在椎内成栅栏状改变。有时还可以看到椎体呈蜂窝样改变,即膨胀增粗的血管穿行骨间所致。而且,在有临床症状的血管瘤中还可以见到膨胀性改变,即椎体本来的凹的轮廓消失。只有当血管瘤侵犯至少 1/3 个椎体时,在 X 线平片约有 60% 的病变可能被发现。有症状的血管瘤晚期可表现为受累椎体的受压变形、楔形变以及驼背畸形等。CT 可以更好地描述病变的骨质破坏程度、软组织侵犯程度以及椎管侵犯引起的脊髓压迫。CT 横断面的典型表现是椎体内多发小圆点状增粗的骨小梁的横断面显影,其周围伴有骨质吸收破坏后造成的局限性低密度区^[6-8](图 3)。

2.1.4 在 MRI 上,椎体骨血管瘤表现多样,一些病灶在自旋回波 TWI 呈现高信号和 T1WI 呈现中等信号,或者 T1WI 中等信号、TWI 高信号,也可以呈混杂或者均一信号。两种序列的不同表现主要取决于病灶内脂肪细胞、血管及间质水分的相对含量。在 T1WI 上呈现高信号而 T1WI 上呈现中等信号的区域含有较多的脂肪细胞,而 TWI 上呈现中等信号而 T1WI 上呈现高信号的区域即与正常的骨髓类似。

2.2 多发性骨髓瘤

2.2.1 多发性骨髓瘤可有不同的 X 线表现,尤其是脊柱的病变,可以仅为弥漫性骨质疏松而见不到明确病变,多发椎体的压缩骨折亦可明显。也可见到多椎体的多发圆形低密区的改变。

2.2.2 CT 由于分辨率较高,可以清楚显示骨小梁结构的改变、软组织肿块、以及腰椎椎管内硬膜囊和神经根受压情况。CT 扫描检查可见骨小梁断续不全或虫噬样骨破坏。这对于分析椎体骨质疏松病变的性质有很大的帮助。骨髓瘤往往在骨质疏松改变的基础上,同时对骨小梁的进一步破坏,可表现为多灶区的破坏。

2.2.3 MRI 检查直接反映骨髓内的病变,比 x 线及 CT 检查更敏感。骨髓瘤常见 MRI 表现是 T1 上骨破坏或骨髓浸润区在骨髓脂肪高信号的衬托下呈边界清楚的低信号;在 T2 上,尽管肿瘤也呈高信号,但由于与骨髓脂肪信号间缺乏对比,常常导致病变显示不清楚;在 STIR 序列及脂肪抑制 T2 上,由于脂肪信号得到抑制,病变高信号显示明显,对诊断多发骨髓瘤非常有帮助。MRI 可清楚地显示髓腔的情况,直接评估骨髓瘤细胞浸润程度;能对肿块的大小及其侵袭硬膜外腔的程度,以及肿块对脊髓或神经根压迫的水平和程度进行精确的评估。MRI 可预测椎

体骨折的风险,如果进展期骨髓瘤患者的脊柱 MRI 扫描发现多处骨损害,则其发生骨折的风险较脊柱 MRI 扫描正常的骨损害的患者要高(图 5)^[9-11]。



图 1 椎体骨质疏松表现为椎体内骨小梁的粗疏,骨密度减低,椎体变形

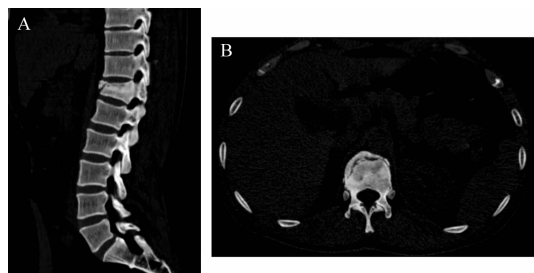


图 2 胸 12 椎体压缩骨折,可见骨折片分离,椎体压缩后,呈楔形改变。

2.3 椎体转移瘤

2.3.1 脊柱转移瘤转移的主要途径为血行转移,由于椎骨为松质骨结构,含有大量红骨髓,红骨髓的毛细血管网适宜于肿瘤栓子停留及生长,脊柱的静脉系统是独立的静脉系统,无瓣膜,有广泛的经脉分支,与乳腺、肾、甲状腺及前列腺静脉引流相通,且血流缓慢,也适宜肿瘤栓子停留及生长。瘤栓随动脉或静脉血流到脊椎,癌细胞破坏血管壁向椎骨内浸润,引起骨质破坏。脊柱转移瘤少数为直接浸润,脊柱旁的恶性肿瘤如直肠肿瘤等,可浸润生长,将屏蔽的骨膜及软骨穿破,直接扩散至局部脊柱。

2.3.2 脊柱转移瘤的正确诊断对于寻找原发肿瘤



图 3 骨血管瘤

图 A、B 示平片及 CT 重建片椎体变形,椎体内粗大骨小梁呈“栏珊样”改变。图 C、CT 轴位图像示,粗大的骨小梁及椎体周围软组织肿胀,钙化。图 D 轴位 MRI 显示椎体内粗大骨小梁和周围软组织肿块。

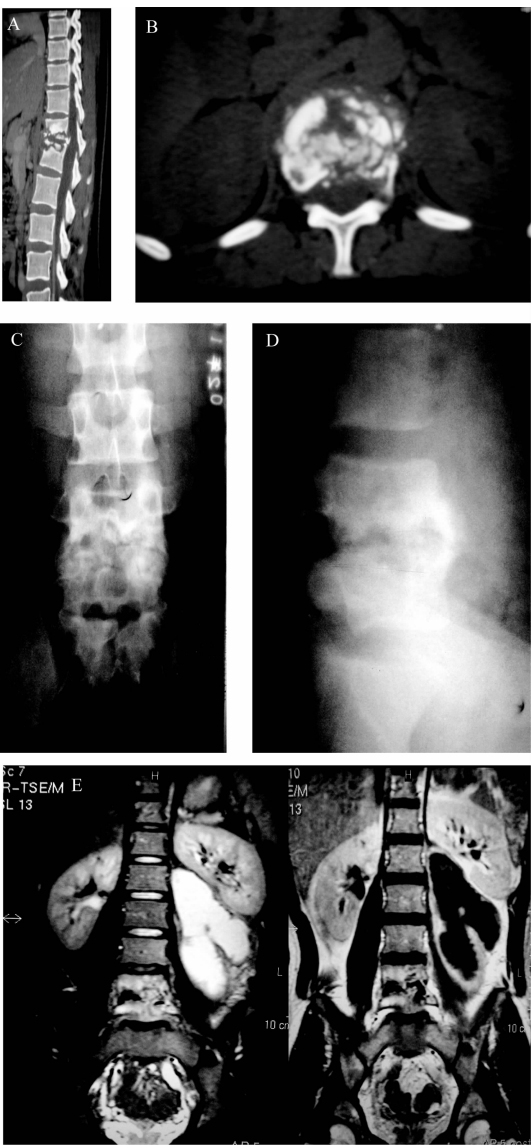


图 4 骨结核

图 AB 显示胸椎结核,相邻椎体关节面破坏,死骨形成,椎体变形,周围软组织肿胀。图 CDE 显示腰椎结核,关节间隙破坏消失,腰大肌脓肿形成。

和指导临床治疗有重要价值。脊柱转移瘤普通 X 线片检出率在 65% ~ 70%, 早期易漏诊, X 线片检查发现脊柱转移瘤取决于骨质破坏的程度, 骨破坏达 50% 以上时才能被发现。脊柱转移瘤的基本 X 线征象及 CT 表现为椎骨骨质破坏、骨增生或两者并存, 以溶骨性破坏多见, 常伴椎旁软组织肿块形成, 椎体转移瘤往往造成椎体的溶骨性破坏, 而同时可造成椎体附件骨的破坏。MRI 检查可发现椎体的异常信号改变。转移瘤压缩椎体多为全椎体信号异常, 少数为部分信号异常。后者非皮质相贴的边缘可较为清楚。椎体内 T2WIFS 伴有多发散在斑点状更高信号, T2WI 或 T2WIFS 见圆弧状异常信号线。T2WI 或 T2WIFS 偶见前后走行的异常信号线和前后走行的梭形或宽带状液体信号区。转移瘤引起的椎体压缩骨折系肿瘤引起的骨质破坏所致, 破坏区周围骨质抗应力能力大致正常。椎体压缩多在骨质破坏范围较大时发生, 且肿瘤病灶本身及压缩椎体骨折线周围多伴发水肿, 因而压缩椎体多为全部信号异常。椎体内部分异常信号系不断扩大和生长的圆形和类圆形肿瘤病灶所形成。病灶边缘即可形成圆弧状异常信号线。肿瘤本身发生坏死、出血和变性即可形成散在斑点状类水样长 T2 信号骨质疏松压缩骨折脊椎椎弓根信号异常出现率低, 后缘边界多不清楚。椎弓根异常信号是椎体压缩骨折所致的骨髓水肿信号的一部分, 因而边界多模糊。椎体骨

折多轻微, 因而仅有少数与椎体相邻的椎弓根骨髓发生水肿, 而罕见累及远离椎体的附件其他部分 (图 6) [12-17]。

3 椎体结核

3.1 脊柱结核占全身骨结核之首, 发病率约占 40%, 发病率近年有上升的趋势, 对该病早期、及时、准确的诊断对于降低患者的病残率尤其重要。脊柱结核的典型影像学征象就是骨质疏松, 这就需要利用临床实验室检查和影像学检查予以鉴别。传统的 X 线平片对大多数脊椎结核能做出诊断, 但在鉴别诊断中经常会遇到困难。CT 以其横断面成像和优良

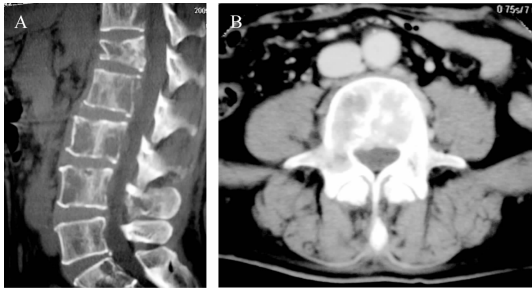


图 5 骨髓瘤

图 A 胸腰椎体骨质疏松,椎体内密度减低,可见骨破坏,椎体变形。图 B 示椎体增强扫描后,显示破坏区内强化明显。

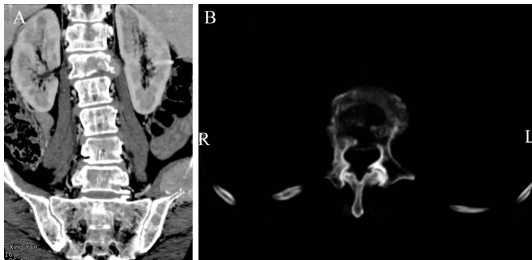


图 6 骨转移瘤

图 A 腰椎体 1 破坏,椎体下缘骨皮质不连续,椎体内密度减低,增强显示强化的肿块。图 B 椎体破坏,皮质骨边缘不完整。

的密度分辨能力,在脊椎结核的诊断、鉴别诊断及指导治疗中显示出很大的优势,具有很高的临床应用价值。检查是脊柱结核早期诊断最准确的手段,它不仅早期发现椎体骨质破坏,显示病变范围及软组织改变,还能准确显示病变累及椎管的程度。将三者结合起来对脊柱结核进行观察,可为临床提供治疗依据。

3.2 脊柱结核有其典型的影像特征,如相邻椎体骨质、椎间盘破坏,椎间隙狭窄或消失、椎旁脓肿死骨形成等是脊柱结核特有的症状。一般而言,脊柱结核多为椎体广泛破坏,极少累及椎体局部,而椎间隙变窄或消失与病变类型有关。脊柱结核中心型病变波及椎体周围的时间较晚。老年人脊柱结核常无椎旁脓肿或病灶较小,这与老年人机体反应较弱有关。脊柱结核 X 线改变常有死骨、骨痂形成。结核脓肿影多呈梭形,常累及一个或一个以上椎体。而肿瘤常累及椎体后角及椎弓根较多,软组织影多呈半球形,一般不破坏椎间盘,部分可见“嵌入”征,椎间隙扩大。影像学表现如下:

3.3 脊柱结核早期 X 线、CT 表现为受累椎体呈高密度影像,并出现小面积磨玻璃样改变,椎间隙可不

狭窄,MRI 对早期诊断有显著意义,呈典型椎体骨炎表现,T1WI 整个病变椎体呈均匀低信号,T2WI 骨质破坏区呈较高信号,且信号不均匀。所以,MRI 能较早期发现病变。

3.4 脊柱结核中晚期骨质破坏是最常见的表现,破坏区边缘可有高密度影像,其间可见死骨形成。椎间隙变窄为椎体上下面受破坏,椎间盘发生退行性变。椎间隙变窄出现较晚,是脊柱结核的典型 X 线平片表现之一。除椎间隙狭窄,还可合并临近骨质破坏,如肋骨近端、枕骨、骶髂关节等。骨质破坏往往出现脊柱后凸畸形,严重后凸畸形造成脊髓受压的可出现截瘫症状。椎旁脓肿的出现对于鉴别诊断意义重大,椎体结核椎旁及腰大肌冷脓肿较常见,多数为流注样脓肿。转移瘤及椎体肿瘤破坏椎体后,可形成类似冷脓肿的椎旁肿瘤组织,多呈类圆形有张力软组织块影。增强扫描,肿瘤组织可有广泛的轻度异常对比增强,而结核冷脓肿只在脓肿表面有轻度异常对比增强。颈椎前方组织疏松,结核脓肿往往位于椎前;胸椎结核脓肿往往位于椎体周围;而腰椎结核脓肿常位于腰大肌内。脓肿内偶尔可见死骨及钙化影,此为结核病的特异性改变。另外,脊柱结核经抗痨治疗病变稳定后可有骨桥形成。值得注意的是,以往教科书中提到骨结核可造成的骨质疏松的表现,现在往往表现不明显,这或许由于现在人们的身体状况与及早发现有一定联系^[18,19](图 4)。

脊椎椎体病变须与骨质疏松相鉴别的疾患还很多,椎缘骨与椎间盘边缘疝也是需要鉴别的疾患之一。椎缘骨与椎间盘边缘疝/中央疝椎缘骨与软骨结节发病机制学说不一,包括外伤、永存骨骺及椎间盘突出等。目前,均倾向于后者。即椎体软骨板和(或)椎体骨骺交界处存在薄弱区。在异常外力的作用下诱发髓核突出,使得椎体骨骺与椎体分离,形成三角形骨块。腰椎后缘软骨结节曾被误为椎体后缘撕脱骨折、后椎缘骨、腰椎骨突环脱位等,但手术病理证明其发病及构成与椎缘骨类似,实际为边缘性软骨结节的一种特殊类型。病变主要由疝入的髓核和软骨成分、骨质缺损区及掀起的骨块所构成,椎两者发生部位不同而已。因此,将两者统称为椎体边缘软骨结节更为恰当。两者的病理基础可能是在特殊的解剖缺陷基础上,在漫长的日常生活中,脊柱不断承受弯曲和压迫等外力作用,促进髓核冲击缺陷区而进入椎体骨板,形成软骨结节,其实质与椎体前缘的椎缘骨及疝入椎体的 Schmorls 结节是相同的,而只是产生的部位不同而已;许莫氏结节可以被

称为椎间盘中央疝,而椎缘骨与椎体后缘软骨结节则为边缘疝。腰椎软骨结节的 CT 表现为:腰椎椎体后缘类圆形或不规则形骨质缺损,密度与椎间盘相似周围多有不规则硬化,骨质缺损后方可见条形或弧形骨块并突入椎管,并可以显示椎管狭窄、椎间盘突出及硬膜囊和神经根受压情况,由此造成椎体边缘的低密区有时需要和骨质疏松所显示的低密度改变要相鉴别,骨质疏松往往造成整个椎体的密度减低,骨小梁粗疏,而椎缘骨与椎体后缘软骨结节则为局部的密度减低。对临床手术有重要指导意义。

总之,脊柱椎体骨疏松及相关的病变,在影像学方面需要很好的鉴别,同时要密切结合临床检查及实验室检查,仔细观察影像学资料,多加鉴别得出相应结论,方可对临床有指定及帮助意义。

【 参 考 文 献 】

[1] Thomsen JS,Ebbesen EN,Mosekilde LI. Age-related differences between thinning of horizontal and vertical trabeculae in human lumbar bone assessed by a new computerized method. Bone, 2002,31:136-142.

[2] Hui SL, Slemenda CW, Johnston CC Jr. Age and bone mass as predictors of fracture in a prospective study. J Clin Invest, 1988, 81:1804-1809.

[3] 刘忠厚,杨欣. 骨强度在骨质疏松诊断中的诊断作用. 中国骨质疏松杂志,2003,9(3):279-280.

[4] 程晓光,阎东. 骨质疏松症的影像学诊断. 新医学,2007,1(3):11-13.

[5] 张淑娴,郭新全. 骨质疏松性脊柱骨折的影像学诊断. 中国中西医结合影像学杂志,2006,4(5):374-376.

[6] 徐爱德,徐文坚,刘吉华. 骨关节 CT 和 MRI 诊断学. 济南:山东科学技术出版社,2002:533-534.

[7] Leer JW, van Houtte P, Seegenschmiedt H. Radiotherapy of non-malignant disorders: where do we stand? Radiother Oncol, 2007, 83: 175-177.

[8] Laredo JD, Reizine D, Bard M, et al. Vertebral hemangiomas: radiologic evaluation. Radiology, 1986, 161: 183-189.

[9] 陈传亮,徐俊玲,窦社伟. 脊柱骨髓瘤的影像学诊断. 医药论坛杂志, 2007,28(4):25-26.

[10] Hur J, Yoon CS, Ryu YH, et al. Efficacy of multidetector row computed tomography of the spine in patients with multiple myeloma: comparison with magnetic resonance imaging and fluorodeoxyglucose-positron emission tomography. J Comput Assist Tomogr,2007,31:342-347.

[11] Mulligan ME, Badros AZ. PET/CT and MR imaging in myeloma. Skeletal Radiol, 2007,36:5-16.

[12] 贾连顺,陈华江. 脊柱转移瘤外科诊断治疗的现状与进展. 中华骨科杂志,2003,6(23):331-334.

[13] 张雪哲,王德生. 脊柱转移瘤的 CT 诊断:附 41 例分析. 中华放射学杂志,1994(28):167.

[14] Fournay DR, York JE, Cohen ZR, et al. Management of atlantoaxial metastases with posterior occipitocervical stabilization. J Neurosurg, 2003,98:165-170.

[15] Tan DY, Tsou IY, Chee TS. Differentiation of malignant vertebral collapse from osteoporotic and other benign causes using magnetic resonance imaging. Ann Acad Med Singapore, 2002,31: 8-14.

[16] 王振虹,刘吉华,裴佩. 骨质疏松和骨转移瘤致椎体压缩骨折的 MRI 鉴别诊断. 实用放射学杂志,2011,27(5):747-753.

[17] Ryu S,Fang Yin F,Rock J,et al. Image-guided and intensity-modulated radiosurgery for patients with spinal metastasis. Cancer, 2003, 97:2013-2018.

[18] 张树清,巴奇,龚沈初. 脊柱结核的比较影像学研究. 医学影像学杂志, 2005, 15(4):301-304.

[19] 丁明超,程钢. 脊柱单椎体结核与单椎体转移瘤的 CT 表现差异探讨. 实用放射学杂志,2007,23(6): 778-780.

(收稿日期: 2012-09-05)