

DXA 预测髋骨骨折的应用进展

商敏

中图分类号: R683.3;R816.8 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2012)08-0776-04

摘要: 髋骨骨折不仅与骨密度有关,还与其几何结构有关。用双能 X 线吸收测定仪(DEXA)除可以测量股骨上段骨密度外,还可以测量评价髋部的几何形态(如髋骨轴长度、股骨颈干角、股骨颈宽度及股骨颈上部局部骨密度等)及髋骨结构或强度分析等生物力学参数,更好的预测髋骨骨折。

关键词: 髋骨骨折; 双能 X 线吸收测定仪; 髋部的几何形态; 髋骨结构或强度分析

Application progress of DXA for the prediction of hip fracture SHANG Min. Department of Obstetrics and Gynecology, Beijing Friendship Hospital, Capital Medical University, Beijing 100050, China

Corresponding author: SHANG Min, Email: shangmin917@126.com

Abstract: Hip fracture is associated bone with bone mineral density (BMD) and geometrical structure. Dual-energy X-ray absorptiometry can be used to measure BMD of upper femur, geometrical parameters of hip (hip axis length, neck shaft angle, femoral neck width, local BMD of the upper neck of femur), and biomechanical indexes of hip structural or strength analysis. It can predict hip fracture more accurately.

Key words: Hip fracture; Dual-energy X-ray absorptiometry; Femoral geometry; Hip structural or strength analysis

髋部骨折是老年人常见的骨折,近年来其发病率有明显上升的趋势。股骨颈骨密度在预测股骨上段骨折风险中起重要作用,但骨骼的强度不仅与其骨量有关,还与其骨骼的几何结构有关。用双能 X 线吸收测定仪(DEXA)除可以测量股骨上段骨密度外,还可以测量评价髋部的几何形态及骨强度等生物力学参数,本文就此做一综述。

1 股骨近端几何结构与髋骨骨折的关系

测量股骨近端的尺寸及几何形状以预测骨折风险这一命题开始于最初认识到髋骨轴长度为髋骨骨折风险的独立预测因子,此后一些其他指标如颈干角、股骨颈宽度等也逐渐被用于预测髋骨骨折风险。

1.1 髋骨轴长度(Hip axis length, HAL)

髋骨轴长度指沿着股骨颈轴从骨盆内缘到大转子外缘的距离,由计算机输出带的测角仪测量,是独立于 BMD 的髋骨骨折风险的预测因子^[1]。骨质疏松性骨折的研究对 8074 名 65 岁及以上的妇女进行了股骨近端 DXA 测量(Hologic QDR1000),随访 1.6

年期间,64 例发生髋骨骨折的妇女和 134 例没有髋骨骨折的妇女接受了 HAL 测量。研究发现,股骨颈 BMD 每降低一个 SD,髋骨骨折的风险增加 2.7 倍,HAL 长度每增加一个 SD,股骨颈骨折的风险增加 1.9 倍、转子间骨折的风险增加 1.6 倍。

基于 EPIDOS 研究(一项对法国 7575 名 75~95 岁的女性进行的多中心前瞻性研究,Duboeuf 等^[2])也发现 HAL 是股骨颈骨折的预测因子,OR 值为 1.64,但并非转子间骨折的预测因子。一些学者试图分析究竟是 HAL 本身还是其某一部分对髋骨骨折更有预测价值,其中之一为股骨颈轴长度(FNAL),FNAL 是 HAL 的一部分,是从大转子基底到股骨头尖的距离。Dubbo 骨质疏松流行病学研究(病例对照研究)测量了 260 例男性和女性的 FNAL,发现 FNAL 与目前身高及最大身高显著相关,对身高进行校正后髋骨骨折患者和非骨折患者的 FNAL 没有差异,可见 FNAL 无法提高髋骨骨折风险的预测能力^[3]。Bergot 等^[4]对三组妇女(非创伤性髋骨骨折组、年龄匹配及年龄和 BMD 匹配各 49 例)分别测定 HAL 及其七个部分(包括 FNAL),比较发现能鉴别髋骨骨折和所有非骨折妇女最好的指标是股骨颈 BMD 和 HAL,股骨颈 BMD 和 HAL 还

作者单位: 100050 北京,首都医科大学附属北京友谊医院妇产科

通讯作者: 商敏, Email: shangmin917@126.com

是鉴别髌骨骨折和年龄匹配非骨折妇女的最好指标,鉴别骨折和低骨密度匹配的非骨折妇女的最好指标为 HAL 的另一个部分:转子间-股骨头中心间距,由于股骨头中心无法准确标记,因此该距离很难测量,这一距离的正常值及其可能增加的骨折风险程度尚不明确,目前仍是一个研究的热点。FNAL 在鉴别这些患者中没有任何用处。

HAL 的差异有可能是不同种族髌骨骨折率不同的原因。美裔亚洲人和黑人女性的平均 HAL 显著短于高加索妇女,髌骨骨折率也低于高加索妇女。日本妇女的 FNAL 显著短于高加索妇女,髌骨骨折率则大约是高加索妇女的一半。HAL 易于测量,1994 年 Faulkner 等^[5]提出测量股骨近端骨密度时自动测量 HAL,自动与人工测量的相关系数为 0.98, Hologic 自动测量 HAL 的精确度为 0.07cm 或 0.68%, Lunar Prodigy 测量 HAL 的标准差和变异系数 20~49 岁女性为 0.07cm 和 0.67%, 50~70 岁女性为 0.06cm 和 0.53%^[6]。

1.2 股骨颈干角(neck shaft angle, NSA)

股骨颈干角是另一个曾被研究过的预测髌骨骨折风险的几何测量值。到目前为止对于该指标的结论互不相同。一些研究认为髌骨骨折患者的颈干角明显大于对照人群^[7,8],可能是由于 NSA 较大时,力臂相对较长,在受到外力作用时,如跌倒,则容易导致髌部骨折。而另一些研究未发现这一现象^[1,4]。

1.3 股骨颈宽度(femoral neck width)

股骨颈宽度是指股骨颈最窄部分的宽度,有人曾假设骨外膜骨沉积导致的股骨颈宽度增加是对骨密度减少的一种反应性变化。宽度增加会导致横断面惯性矩(CSMI)的增加,从理论上说这些变化可以代偿骨内膜的骨丢失从而减少髌骨骨折的风险。如果确实如此的话,则股骨颈宽度增加提示该患者骨折的风险比同样骨密度的股骨颈等于或低于平均值的患者要低。有研究表明股骨上端几何形态中股骨颈宽度能有效的预测女性患者的股骨颈骨折及腰椎骨折,而颈干角和股骨颈长度则只能预测股骨颈骨折,相比之下股骨颈宽度与股骨颈骨密度及骨折风险的相关性最佳^[9]。但 Bergot 等^[4]并未发现髌骨骨折患者与年龄及 BMD 匹配的非骨折患者的股骨颈宽度间存在统计学差异(分别为 3.17cm 和 3.20cm),骨折组及年龄和 BMD 匹配的非骨折组的股骨颈宽度大于年龄匹配的对照组,也无统计学意义。另一些学者^[5]则发现骨折患者的股骨颈宽度

比对照组组长。与欧洲人的股骨上段参数数据比较中国人股骨颈的长度和宽度均小于欧洲人,而股骨颈 BMD 略高。大量资料指出国人髌关节骨折发生率低于国外^[10],认为与国人股骨颈短有关^[11],但朱文艺^[11]研究结果提示,股骨颈长度和宽度的决定系数 r^2 分别为 0.187 和 0.397,这说明股骨颈的宽度与骨折风险的相关性强,而非股骨颈长度。因此,国人骨折发生率低应与国人股骨颈骨密度相对高,而自身形体小,所造成的暴力低有关。

1.4 股骨颈上部 BMD

股骨颈上部是股骨近端一个相对比较新的研究点,指传统股骨颈区域的的上半部分。Yoshikawa 等^[12]提出女性股骨颈上端的骨密度丢失更多,因此重心会发生转移,股骨颈承受的压力会增加,进而会使骨折风险增加。Duboeuf 等^[2]进一步研究发现股骨颈上部 BMD 对股骨颈骨折具有很高的预测价值,超过整个股骨颈,每降低一个 SD 其 OR 值为 2.8,股骨颈下部 BMD 对股骨颈骨折没有预测价值。以上三个区域 BMD 都可以预测转子间骨折和髌骨骨折。

2 髌骨结构或强度分析

髌骨结构或强度分析(HAS, hip structural or strength analysis)是基于单光子光度仪测定前臂骨密度的过程中产生的吸收曲线可以提供足够的信息以计算横断面惯性矩(CSMI)这一工作,进而可以由双光能 X 线吸收仪(DXA)或定量计算机体层摄影(QCT)扫描股骨近端以计算骨强度的生物力学参数:矿化骨表面横截面及(CSA),剖面系数(Z)和曲率(BR)^[12]。基于 DXA 的 HSA 有两种专用方法。一种方法选择股骨颈、转子间区和股骨干三个兴趣区(ROI),另一种方法对股骨颈(FN)进行计算以得到股骨强度指数(FSI)^[12,13]。FSI 实际上是股骨强度与施加在股骨上的力之比。

基于 DXA 的 HSA 或其先前的双光子光度仪已被用于临床试验以研究这些参数随着年龄、性别不同及骨活性药物的使用的变化,并用于预测骨折风险^[14-20]。在一项对 409 例 19~93 岁男性及女性的横断面研究中,虽然 BMD 都有所下降,但 FN 的 CSMI 仅在女性下降而在男性无下降。一项对 1044 例绝经前后的女性进行的横断面研究中,虽然 FN BMD 都下降,但仅有绝经后女性 CSMI 下降。国家健康和营养调查 III(NHANESIII)的 2719 例非西班牙白人男性和 2904 例非西班牙白人女性的 FN 和

股骨颈 BMD 虽然都下降,但不同性别 Z 值的变化不同^[15]。女性两个 ROI 的 Z 值都在 50 岁下降但比 BMD 下降得慢,男性股骨颈的 Z 值在 50 岁后相对稳定而股骨干有所增加。这种现象是由于骨膜下直径线性增加以维持 CSMI 和 Z 值,以维持力学强度。

在骨质疏松性骨折研究中,不论当时或既往是否接受过激素替代治疗(ERT)老年妇女的 FN 的 BMD 在 3.5 年后都下降了^[16]。但正在接受 ERT 者 FN 和股骨干的 Z 值增加而过去使用者和未使用者保持不变。对 373 例 65 岁以上女性前瞻性随访 3 年发现,接受雌激素和阿伦磷酸钠联合治疗或任意一种的患者 FN、转子间和股骨干的 CSA 和 Z 值较基线明显增加,而 BR 则保持不变或显著下降^[17],安慰剂治疗的女性任何 ROI 的 BR 都没有显著增加。在 MORE 实验中,每日 60mg 或 120mg 雷洛昔芬可以使 CSZ、Z 和皮质厚度(CT)增加 0.4-2%,BR 降低 1-2%^[18]。在 EPIDOS(一项对 7575 例 75-95 岁的法国妇女的多中心前瞻性研究)病例对照研究中,转子骨折的女性 CSMI 和 Z 明显降低而 BR 明显增加^[19]。CT、Z 降低及 BR 升高都可以用于预测髌骨骨折。但是对 BMD 进行校正后,结构参数预测骨折的 OR 失去了统计学意义。因此该作者认为对于预测骨折风险来说,HSA 衍生的生物力学参数并不比 BMD 更有优越性。与此相反,Aoborg 等^[20]对 96 例男性和女性进行的前瞻性病例对照研究发现,CSMI 和 Z 降低是髌骨骨折的预测因子,对 BMD 进行校正后该关系仍然存在。但在预测股这方面这些指标与 BMD 相比优势很有限。在此,髌骨 BMD 和 HSA 结构参数均与中度创伤性和骨质疏松性骨折有关,但最好的预测因素为 FN 的 BMD。

Yoshikawa 等^[12]开发了计算 CSMI 等其他髌骨强度指标的方法,他发现虽然 BMD 是重要的髌骨骨折预测因子,但其只决定由 CSMI 估计的骨强度的 50%,这提示 CSMI 可以反映一些 BMD 无法提供的信息。2002 年 Crabtree 等^[21]报道用一种测试版专利 DXA 软件(GE 医学系统)评估髌骨强度,研究对象为 68 例 60 岁及以上最近遭受了髌骨骨折的妇女及 800 例 60 岁及以上没有髌骨骨折,结果发现与对照组相比,骨折患者的 HAL 更长,Cstress(反映下落对大转子的压力)更大,FSI 更低,股骨颈 BMD(包括整体、上部或下部)更低。与 Duboeuf 等不同,Crabtree 等没能证明股骨颈上端 BMD 比股骨颈 BMD 能更好的预测股骨颈骨折。随后作者试图开发一种统计模型来预测髌骨骨折,他们发现在模型

中联合分析 Cstress、年龄和体重指数(BMI)得到的 ROC 曲线下面积(AU-ROC)为 0.875,而单用股骨颈 BMD 的 AU-ROC 为 0.827,差异具有统计学意义。单用股骨颈 BMD 优于单用 Cstress,但 Cstress、年龄和体重指数加用股骨颈 BMD 并不能提高该模型预测髌骨骨折的能力。最后他得出结论认为评估髌骨强度可以增强对髌骨骨折的预测能力。Faulker 等^[13]对 2506 例 50 岁及以上的女性进行了横断面研究,发现尽管在校正了 FN 的 BMD 后髌骨骨折患者的 FSI 仍明显低于对照组,但与 BMD 相比 FSI 的优势很有限。目前市场上可以购买到专利版本的 HSA,但缺乏由 HSA 预测骨折风险的前瞻性数据资料。

HSA 还可以通过 QCT 实现。与 DXA 测定整个皮质厚度不同,QCT 可以测定围绕骨骼的 CT 值从而进行三维成像。ROI 仍然是股骨近端的 FN、转子间和股骨干,不同的是可以获得沿着股骨颈全长的连续的 CT 值从而测定生物力学参数。

基于 DXA 的 HSA 的优点是 DXA 应用广泛因而易于实施,同时可以测量骨密度和生物力学参数;基于 QCT 的 HSA 也有以上功能但不如 DXA 普及。但 QCT 可以克服 DXA 二维显像的缺点^[22],由于 DXA 是二维显像,因此只能获得 DXA 成像的那个平面的生物力学参数,而这个平面不一定是相应的骨折平面。虽然没有基于人群的参考数据,但可以根据改变的方向对治疗效果进行监测。基于 DXA 的 HSA 的精确度比 DXA-BMD 差约 1.5~2 倍^[23]。基于 QCT 的 HSA 的精确度似乎稍好于 DXA 的 HAS^[24]。HSA 强度参数是髌骨骨折风险的预测指标,但并不比传统的 DXA-BMD 优越。

总之,髌骨骨折与骨密度、股骨形态及骨强度有关,而 DXA 可以准确的测量以上各指标,综合评判髌骨骨折的风险。

【参 考 文 献】

- [1] Faulkner KG, Cummings SR, Black D, et al. Simple measurement of femoral geometry predicts hip fracture: the study of osteoporotic fractures. *J Bone Miner Res*, 1993, 8: 1211-1217.
- [2] Duboeuf F, Hans D, Schott AM, et al. Different morphometric and densitometric parameters predict cervical and trochanteric hip fracture: the EPIDOS study. *J Bone Miner Res*, 1997, 12: 1895-1902.
- [3] Carter JR, Nguyen TV, Pocock PA, et al. Femoral neck axis length, height loss, and risk of hip fracture in males and females. *Osteoporos Int*, 1998, 8: 75-81.

- [4] Bergot C, Bousson V, Meunier A, et al. Hip fracture risk and proximal femur geometry from DXA scans. *Osteoporos Int*, 2002, 13:542-550.
- [5] Faulkner KG, Meclung M, Cummings SR. Automated evaluation of hip axis length for predicting hip fracture. *J Bone Miner Res*, 1994, 9:1065-1070.
- [6] Bonnick SL, Lewis LA. The precision of PA spine, dual-femur and single-femur bone density studies on the GE Lunar Prodigy, a DXA fan-array device. *J Clin Densitom*, 2002, 5:S48.
- [7] Gomez Alonso C, Diaz Curiel M, Hawkins Carranza F, et al. Femoral bone mineral density, neck shaft angle, and mean femoral neck width as predictors of hip fractures in men and women. *Osteoporos Int*, 2000, 11:714-720.
- [8] Partanen J, Jamasa T, Jalovaara P. Influence of the upper femur and pelvic geometry on the risk and type of hip fracture. *J Bone Miner Res*, 2001, 16:1540-1546.
- [9] Gnudi S, Malavolta N, Testi D, et al. Differences in proximal femur geometry distinguish vertebral from femoral neck fractures in osteoporotic women. *Br J of Radiol*, 2004, 77: 219-223.
- [10] Tsal KS, Cheng WC, Sanchez TV, et al. Bone densitometry of proximal femur in Chinese subjects : gender differences in bone mass and bone areas. *Bone*, 1997, 20: 365-369.
- [11] Zhu wenyi, Wang kunzheng, Zeng Hong, et al. Biomechanical correlation of the proximal femur fracture risk : study with cadaveric bones. *China Journal of emergency resuscitation and disaster medicine*, 2007, 12 (11):20-23.
- [12] Yoshikawa T, Turner CH, Peacock M, et al. Geometric structure of the femoral neck measured using dual-energy X-ray absorptiometry. *J Bone Miner Res*, 1994, 9:1053-1064.
- [13] Faulkner KG, Wacker WK, Barden HS, et al. Femur strength index predicts hip fracture independent of bone density and hip axis length. *Osteoporos Int*, 2006, 17: 593-599.
- [14] Uusi-Rasi K, Semanick LM, Zanchetta JR, et al. Effects of teriparatide [rhPTH(1-34)] treatment on structural geometry of the proximal femur in elderly osteoporotic women. *Bone*, 2005, 36:948-958.
- [15] Beck TJ, Looker AC, Ruff CB, et al. Structural trends in the aging femoral neck and proximal shaft: analysis of the Third National Health and Nutrition Examination Survey dual-energy X-ray absorptiometry data. *J Bone Miner Res*, 2000, 15: 2297-2304.
- [16] Beck TJ, Stone KL, Oreskovic TL, et al. Effects of current and discontinued estrogen replacement therapy on hip structural geometry: the study of osteoporotic fractures. *J Bone Miner Res*, 2001, 16:2103-2110.
- [17] Greenspan SL, Beck TJ, Resnick NM, et al. Effects of hormone replacement, alendronate, or combination therapy on hip structural geometry: a 3-year, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *J Bone Miner Res*, 2005, 20:1525-1532.
- [18] Uusi-Rasi K, Beck TJ, Semanick LM, et al. Structural effects of raloxifene on the proximal femur: results from the multiple outcomes of raloxifene evaluation trial. *Osteoporos Int*, 2006, 17:575-586.
- [19] Szulc P, Duboeuf F, Schott AM, et al. Structural determinants of hip fracture in elderly women: re-analysis of the data from the EPIDOS study. *Osteoporos Int*, 2006, 17:231-236.
- [20] Ahlborg HG, Nguyen ND, Nguyen TV, et al. Contribution of hip strength indices to hip fracture risk in elderly men and women. *J Bone Miner Res*, 2005, 20:1820-1827.
- [21] Crabtree NJ, Kroger H, Martin A, et al. Improving risk assessment: hip geometry, bone mineral distribution, and bone strength in hip fracture cases and controls. The EPOS Study. *Osteoporos Int*, 2002, 13:48-54.
- [22] Beck TJ. Extending DXA beyond bone mineral density: understanding hip structure analysis. *Curr Osteoporos Rep*, 2007, 5:49-55.
- [23] Khoo BC, Beck TJ, Qiao QH, et al. In vivo short-term precision of hip structure analysis variables in comparison with bone mineral density using paired dual-energy X-ray absorptiometry scans from multi-center clinical trials. *Bone*, 2005, 37:112-121.
- [24] Brown JK, Qiao Q, Weigert J, et al. Improved precision of hip structure analysis using optimized projection images from segmented 3D CT scans of the hip. *J Bone Miner Res*, 2005, 20 (S1):S337.

(收稿日期:2012-04-02)

作者: 商敏, SHANG Min
作者单位: 首都医科大学附属北京友谊医院妇产科, 北京, 100050
刊名: 中国骨质疏松杂志 **ISTIC**
英文刊名: CHINESE JOURNAL OF OSTEOPOROSIS
年, 卷(期): 2012, 18(8)

参考文献(24条)

1. Faulkner KG;Cummings SR;Black D Simple measurement of femoral geometry predicts hip fracture:the study of osteoporotic fractures 1993
2. Duboeuf F;Hans D;Schott AM Different morphometric and densitometric parameters predict cervical and trochanteric hip fracture:the EPIDOS study 1997
3. Certer JR;Nguyen TV;Pocock PA Femoral neck axis length,height loss,and risk of hip fracture in males and females[外文期刊] 1998
4. Bergot C;Bousson V;Meunier A Hip fracture risk and proximal femur geometry from DXA scans[外文期刊] 2002
5. Faulkner KG;Mcclung M;Cummings SR Automated evaluation of hip axis length for predicting hip fracture[外文期刊] 1994
6. Bonnick SL;Lewis LA The precision of PA spine,dual-femur and single-femur bone density studies on the GE Lunar Prodigy,a DXA fan-array device 2002
7. Gomez Alonso C;Diaz Curiel M;Hawkins Carranza F Femoral bone mineral density,neck shaft angle,and mean femoral neck width as predictors of hip fractures in men and women[外文期刊] 2000
8. Partanen J;Jamasa T;Jalovaara P Influence of the upper femur and pelvic geometry on the risk and type of hip fracture[外文期刊] 2001(8)
9. Gnudi S;Malavolta N;Testi D Differences in proximal femur geometry distinguish vertebral from femoral neck fractures in osteoporotic women[外文期刊] 2004(915)
10. Tsal KS;Cheng WC;Sanchez TV Bone densitometry of proximal femur in Chinese subjects:gender differences in bone mass and bone areas 1997
11. Zhu wenyi;Wang kunzheng;Zeng Hong Biomechanical correlation of the proximal femur fracture risk:study with cadaveric bones 2007(11)
12. Yoshikawa T;Turner CH;Peacock M Geometric structure of the femoral neck measured using dual-energy X-ray absorptiometry 1994
13. Faulkner KG;Wacker WK;Barden HS Femur strength index predicts hip fracture independent of bone density and hip axis length 2006
14. Uusi-Rasi K;Semanick LM;Zanchetta JR Effects of teriparatide[rhPTH(1-34)]treatment on structural geometry of the proximal femur in elderly osteoporotic women 2005
15. Beck TJ;Looker AC;Ruff CB Structural trends in the aging femoral neck and proximal shaft:analysis of the Third National Health and Nutrition Examination Survey dual-energy X-ray absorptiometry data [外文期刊] 2000
16. Beck TJ;Stone KL;Oreskovic TL Effects of current and discontinued estrogen replacement therapy on

hip structural geometry:the study of osteoporotic fractures 2001

17. Greenspan SL;Beck TJ;Resnick NM Effects of hormone replacement,alendronate,or combination therapy on hip structural geometry:a 3-year,double-blind,placebo-controlled clinical trial[外文期刊] 2005
18. Uusi-Rasi K;Beck TJ;Semanick LM Structural effects of raloxifene on the proximal femur:results from the multiple outcomes of raloxifene evaluation trial 2006
19. Szulc P;Duboeuf F;Schott AM Structural determinants of hip fracture in elderly women:re-analysis of the data from the EPIDOS study 2006
20. Ahlborg HG;Nguyen ND;Nguyen TV Contribution of hip strength indices to hip fracture risk in elderly men and women[外文期刊] 2005(10)
21. Crabtree NJ;Kroger H;Martin A Improving risk assessment:hip geometry,bone mineral distribution,and bone strength in hip fracture cases and controls.The EPOS Study[外文期刊] 2002
22. Beck TJ Extending DXA beyond bone mineral density:understanding hip structure analysis[外文期刊] 2007
23. Khoo BC;Beck TJ;Qiao QH In vivo short-term precision of hip structure analysis variables in comparison with bone mineral density using paired dual-energy X-ray absorptiometry scans from multi-center clinical trials[外文期刊] 2005
24. Brown JK;Qiao Q;Weigert J Improved precision of hip structure analysis using optimized projection images from segmented 3D CT scans of the hip 2005(z1)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_zggzsszz201208026.aspx