

中华医学会核医学分会第十一届委员会
技术与继续教育学组
系列专家讲座

DXA检测结果的解读及质量控制

Interpretation and Quality Control on DXA Inspection Result

专家姓名：肖欢

专家单位：海南医学院第一附属医院

2019年



- 博士，硕士研究生导师
- 海南医学院第一附属医院核医学科负责人；核医学住院医师规范化培训基地主任兼责任导师；核医学教研室负责人；
- 中华医学会核医学分会第十、十一届全国青年委员；中国医师协会核医学分会第三届全国青年委员；中国抗癌协会核医学分会第一届全国青年委员；中国医药质量管理协会医学影像质量研究委员会核医学专业委员会常务委员；海南医学会核医学分常务委员兼秘书；海南医学会骨质疏松和骨矿盐疾病专业委员会委员
- 从事核医学及骨质疏松相关工作18年，主持海南省重点科研课题1项，自然科学基金课题1项，省卫生厅课题1项；参与科研课题12项



主要内容

DXA常规检查部位

DXA测量结果的解读原则

DXA检测报告中的常见错误

双能X线吸收仪

(dual energy X-ray absorptiometry, DXA)

- 其性能先进、全自动化程度高、扫描时间短、精确度和准确性高且辐射性小
- 可测量腰椎、股骨近端、全身骨或任意骨的骨密度及脂肪组织含量

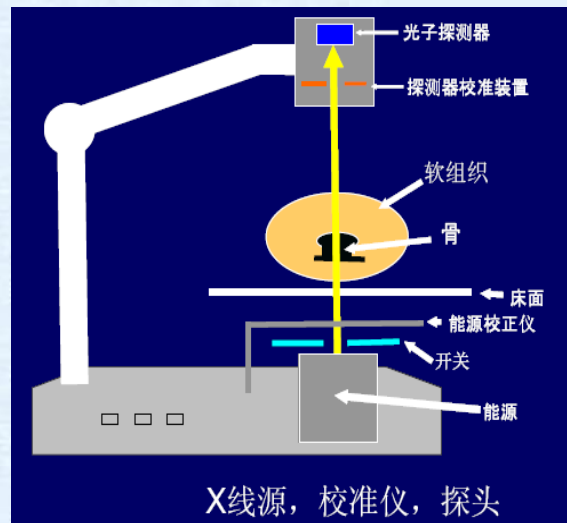
骨密度测量的“金标准”



DXA技术

工作原理

- DXA根据X线的差别吸收特性（衰减）。DXA同时发射高、低双能量。
 - 低X线能量：骨衰减大于软组织；
 - 高X线能量：骨与软组织衰减相似。
- 由相应的探头接受计数。由计数方程计算而得到骨密度值。
- 其性能先进、全自动化程度高、扫描时间短、精确度和准确性高且辐射性小。



- 可测量腰椎、股骨近端、全身骨或任意骨的骨密度及脂肪组织含量。

骨密度测量部位

侧位椎体

手 部

小动物分析

尺、桡骨远
端1/3

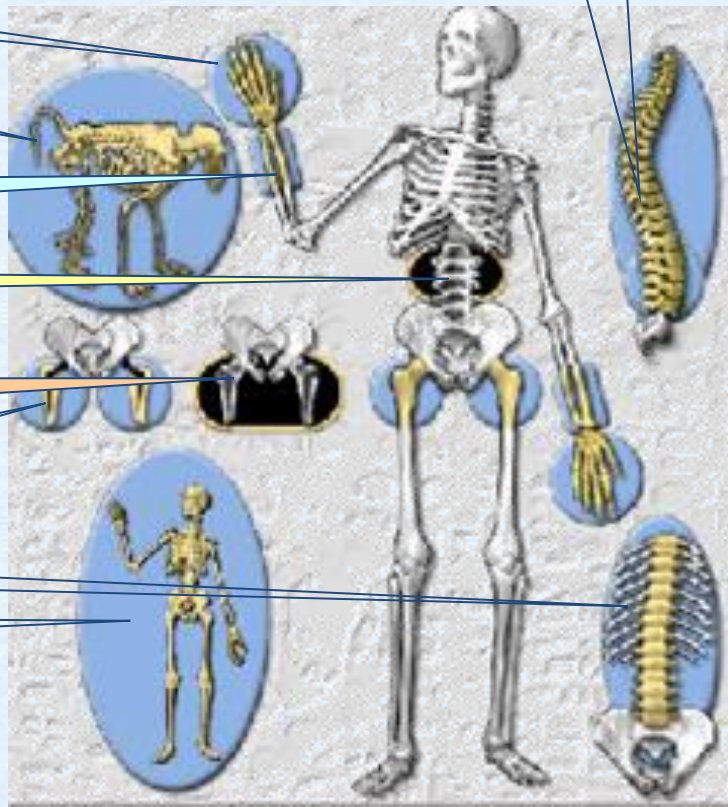
正位腰椎

股骨近段
(单、双侧)

髋关节假体

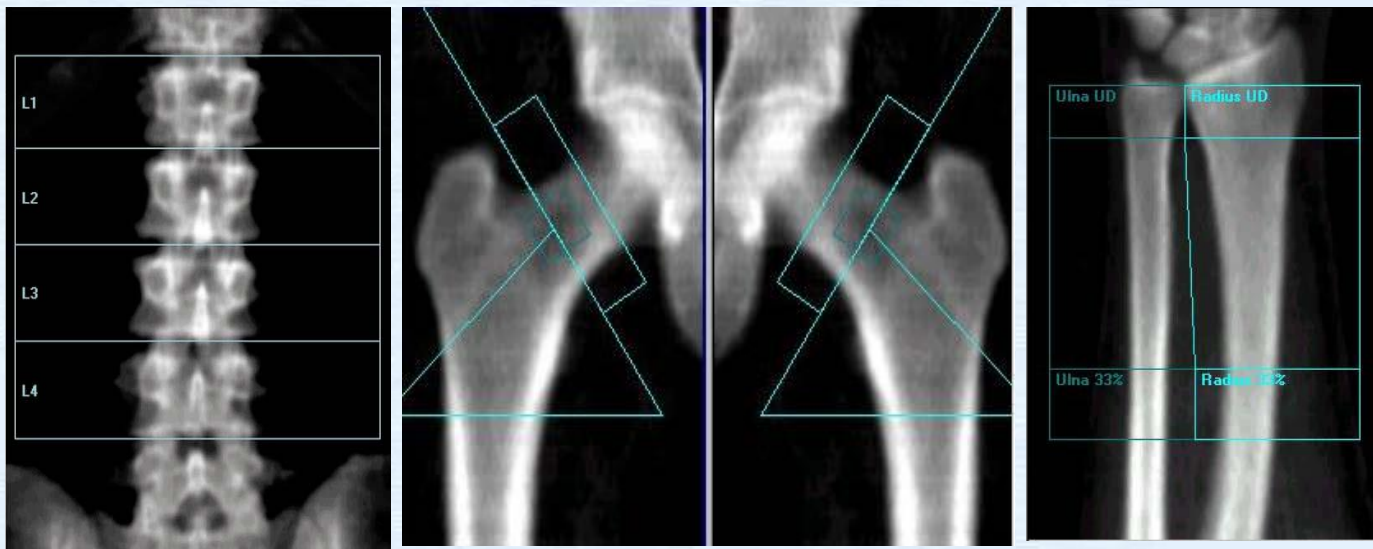
正位椎体

全 身



临床应用中应该测量那些部位?

DXA常规检查部位



DXA用于骨质疏松诊断

ISCD 推荐



DXA测量部位

- 所有人都要求测量脊椎正位和髌部BMD
- 只有下列情况时才测量前臂BMD
 - 髌和/或脊椎不能被测量或结果不能用
 - 甲状旁腺功能亢进症
 - 超重病人（超过DXA扫描床的承重量）

ISCD 推荐

骨密度测量结果

• **T值**：是将测定值与正常年轻人的骨峰值比较得出的值

- 诊断骨质疏松
- 预测骨折风险
- 治疗阈值选择

$$T值 = \frac{\text{骨密度测量值} - \text{同种族同性别人群骨密度峰值}}{\text{同性别骨峰值人群骨密度标准差}}$$

• **Z值**：是将测定值与同年龄、同性别、同种族的人群比较得出的值

- 判断骨质疏松危害程度
- 继发性骨质疏松诊断
- 绝经前妇女的诊断
- 青少年成长评估

$$Z值 = \frac{\text{骨密度测量值} - \text{同种族同性别同年龄人群骨密度值}}{\text{同性别同年龄人群骨密度标准差}}$$

WHO骨质疏松症的诊断标准

根据T值制定的绝经后女性诊断标准：

- ① 正常：T值 > -1 ；
- ② 骨量减少：T值在 $-1 \sim -2.5$ 之间；
- ③ 骨质疏松症：T值 < -2.5 。
- ④ 严重骨质疏松症：T值 < -2.5 ，同时伴有一个以上部位骨折。

国际临床骨测量学会

(ISCD, International Society for Clinical Densitometry)

- **绝经后女性和50岁以上男性的诊断**
 - 用WHO判定的诊断标准，**T值**高于-1.0为正常，低于-2.5为骨质疏松，低于-1.0 而高于-2.5为骨量减少（低骨量）；
 - 选用脊椎正位、股骨颈、整体髌或桡骨33% 位置，其中**T值最低**的。
- **绝经前女性和50岁以下男性以及青少年的诊断**
 - 使用**Z值**，不用T值，尤其是儿童。
 - Z值 ≤ -2.0 ，表示“**骨密度低于同龄人**”； Z值 > -2.0 ，表示“骨密度在同龄人范围内”。
 - 单独依据BMD不能诊断50岁以下男性患骨质疏松症。
 - WHO标准可能适用于围绝经妇女

主要内容

DXA常规检查部位

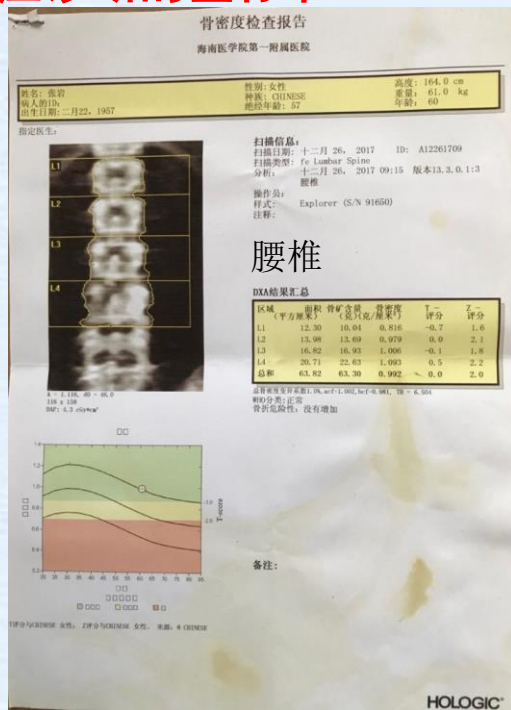
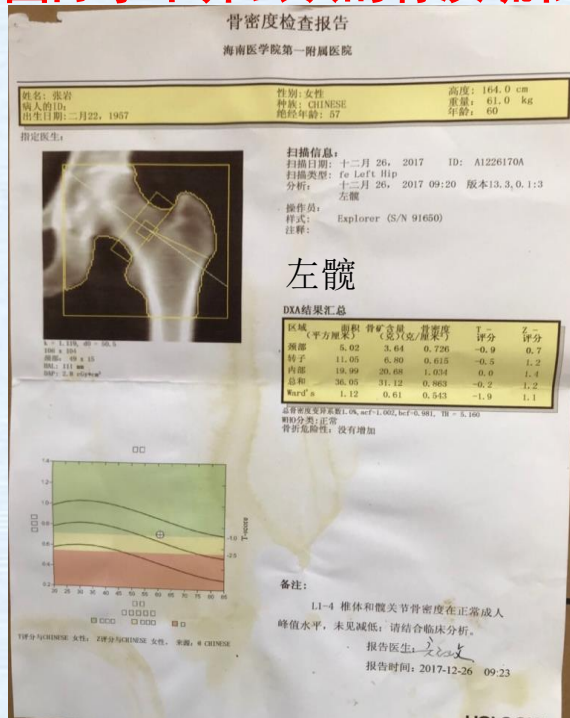
DXA测量结果的解读原则

DXA检测报告中的常见错误

骨质疏松的诊断

双能X线吸收骨密度测量仪 (DXA)

DXA测量值是目前国际学术界公认的骨质疏松症诊断的金标准



MY双能X线吸收骨密度测量仪 (DXA)

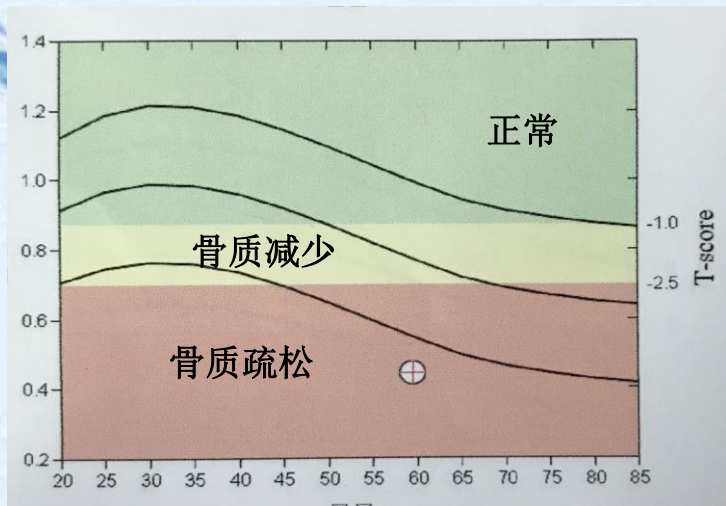
骨质疏松症诊断标准

目前国际学术界公认的诊断金标准

基于骨密度测定的诊断标准

- 参照WHO推荐的诊断标准，基于DXA测定
- **骨密度通常用T-Score (T值) 表示**
- $T值 = (测定值 - 骨峰值) / 正常成人骨密度标准差$

- **推荐部位：腰椎1-4，股骨颈**
- **影响因素：**骨组织退变
损伤
软组织异位钙化
成分变化及体位差异
- **仪器的精确度，操作规范**



诊断	T值
正常	> -1
骨量低 (骨质减少)	-1 — -2.5
骨质疏松症	< -2.5
重度骨质疏松症	< -2.5 并伴有脆性骨折

中轴DXA报告的解读 :DXA报告的一般模式

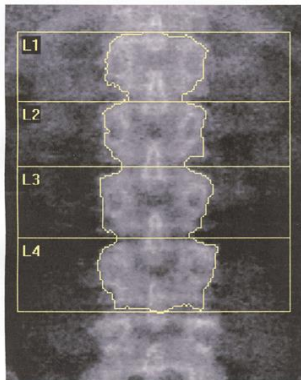
影像



Name: [Redacted] Sex: Female Height: 57.4 in
Patient ID: [Redacted] Ethnicity: Hispanic Weight: 105.0 lb
DOB: [Redacted] Menopause Age: 34 Age: 55



Referring Physician:



Scan Information:

Scan Date: ID:
Scan Type: f Lumbar Spine
Analysis: Lumbar Spine 11:09 Version 11.2.7
Operator:
Model:
Comment:

患者基本信息

数字结果
T值和
Z值

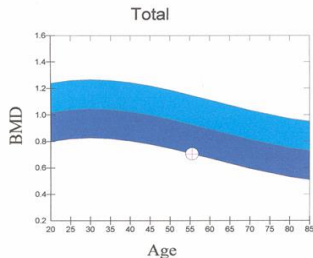
DXA Results Summary:

Region	Area (cm ²)	BMC (g)	BMD (g/cm ³)	T - Score	PR (%)	Z - Score	AM (%)
L1	11.19	6.93	0.619	-2.8	67	-1.8	76
L2	11.43	7.60	0.665	-3.3	65	-2.2	73
L3	13.66	10.68	0.782	-2.7	72	-1.6	81
L4	14.40	10.49	0.728	-3.5	65	-2.4	74
Total	50.68	35.69	0.704	-3.1	67	-2.0	76

Total BMD CV 1.0%, ACF = 1.033, BCF = 1.046, TH = 6.689



图表



Reference curve and scores matched to Hispanic Female

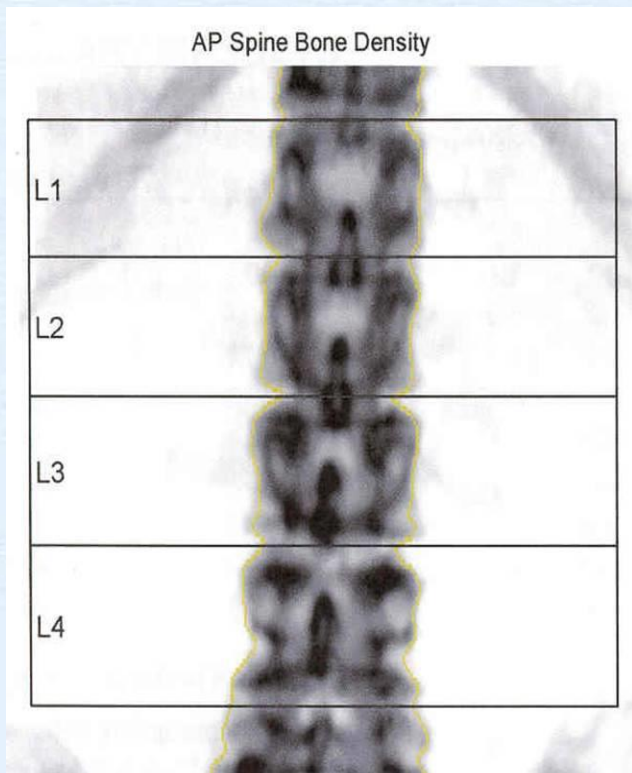
Source: T-Score not adjusted for ethnicity per ISCD

Physician's Comment:

中轴 DXA 解读原则

- 核对个人信息
- 检查影像
 - 定位、边缘、标记及伪影的评价
- 排除有伪影的椎体或区域及部位
- 根据最低 T值诊断
 - 脊椎、L1-L4
 - 髌部、股骨颈或全股骨；（不能使用 Ward' s 区域或转子）

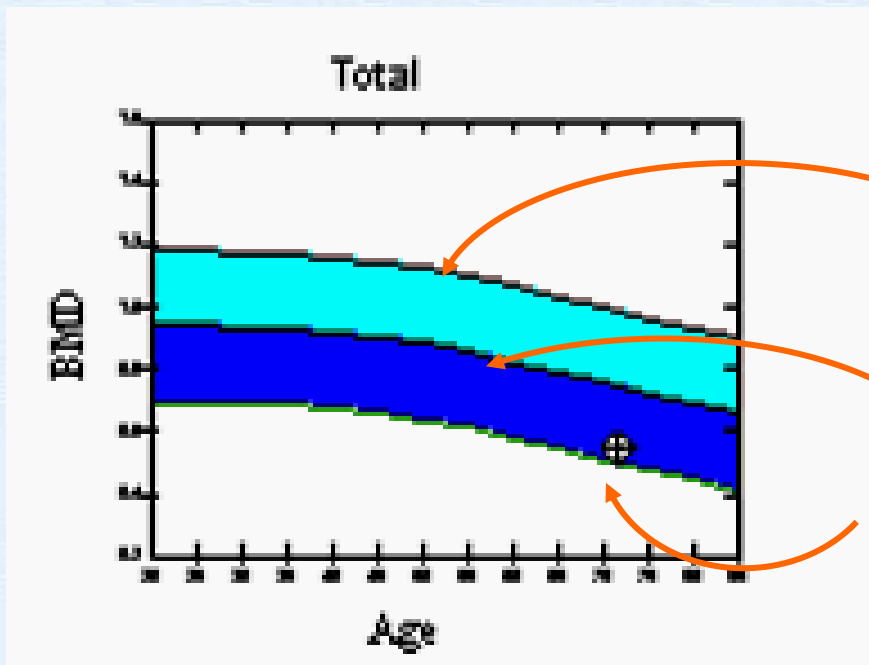
影像评价



- 位置是否正确？
 - 与前一次扫描比较
- 区域选择合适吗？
- 是否有其它问题
 - 压缩性骨折
 - 退行性改变
 - 如不确定，应行X线片进一步检查
 - 尽可能去除伪影

“影像不用于诊断”

Hologic 曲线图



浅阴影面积是
超过同龄平均BMD
(上线 = +2.0 SD)

中线为同龄平均BMD

深色阴影面积是
不到同龄平均BMD
(下线 = -2.0 SD)

患者结果显示为交叉的十字

数字结果

- 感兴趣区
- BMD单位： g/cm^2
 - 用于监测
- T值
 - 用于诊断
- 其他数据
 - %, T值, BMC, 面积等
- 通常可以设定

数字结果：脊椎 查看变化趋势

- BMD 应该自 L1 至 L4 增加
- 有时 $L4 \leq L3$
- BMC 和面积也应该自 L1 至 L4 增加

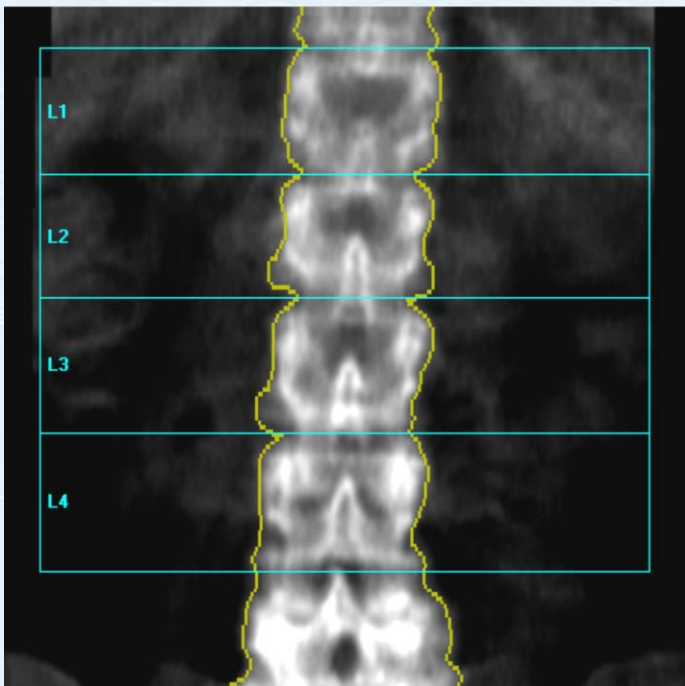
Region	Est.Area (cm ²)	Est.BMC (grams)	BMD (gms/cm ²)
L1	11.81	6.95	0.589
L2	13.10	8.62	0.658
L3	14.10	9.81	0.695
L4	16.30	11.82	0.725
TOTAL	55.31	37.21	0.673

数字结果： 脊椎

- 单个椎体间差异 T值应该低于1 SD
- 不要报告单个椎体 T值
- 如果没有去除的椎体，报告 L1-L4 T值

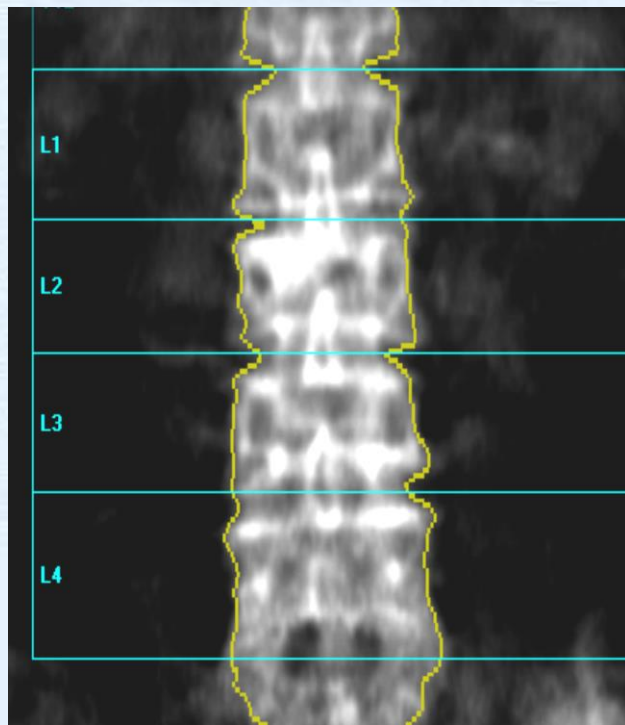
Reference						
Region	BMD (g/cm ²)	YA (%)	YA T-Score	AM (%)	AM Z-Score	
L1	0.909	80	-1.8	96	-0.3	
L2	0.914	76	-2.4	90	-0.8	
L3	0.959	80	-2.0	95	-0.4	
L4	0.927	77	-2.3	92	-0.7	
L1-L2	0.911	78	-2.1	93	-0.5	
L1-L3	0.928	79	-2.0	95	-0.4	
L1-L4	0.928	79	-2.1	93	-0.5	

单个椎体的一致性 正常趋势与 T 值变化



部位	BMD (g/cm ²)	T 值
L1	.832	-2.5
L2	.919	-2.3
L3	.984	-1.8
L4	.998	-1.7

单个椎体的不正常差异



部位	BMD (g/cm ²)	T 值
L1	.755	-3.1
L2	.972	-1.9
L3	.970	-1.9
L4	.768	-3.6



诊断时首选L1-4椎体排除标准

- 分析时除外异常的椎体如：
 - 影像中异常或难以显示的椎体
 - 邻近椎体间T值差异超过1.0
- 排除异常的椎体后，用剩余椎体的骨密度得出T值

椎体的手动删除

$$\text{BMD} = \text{BMC}/\text{Area}$$

- 合加各椎体的BMC
- 合加各椎体的面积
- BMC ÷ 面积 得到BMD
- **不要简单**平均椎体BMD

例：去除L3后

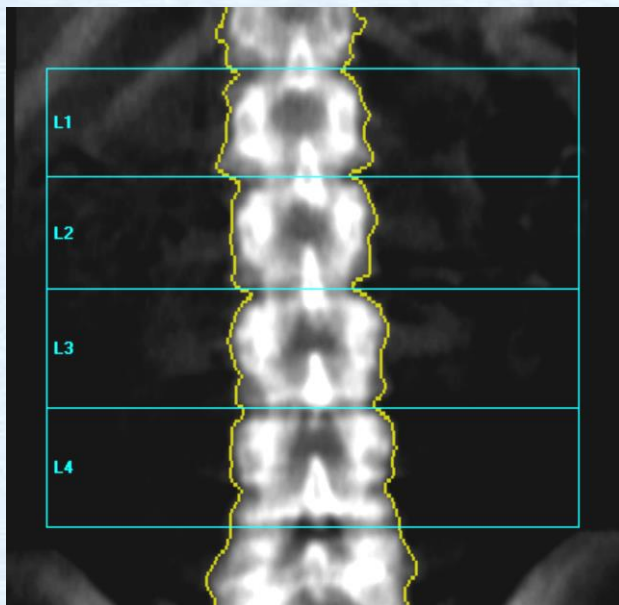
$$\text{BMD} (\text{L1, L2, L4}) = (\text{BMC}_1 + \text{BMC}_2 + \text{BMC}_4) \div (\text{面积}_1 + \text{面积}_2 + \text{面积}_4)$$

随访扫描

- 患者定位一致
- 扫描分析一致
- 扫描范围相似

Scan Date	Region	BMD (g/cm ²)	BMC (g)	Area (cm ²)
11/16/01	L1 - L4	0.924	49.26	53.31
2/07/03	L1 - L4	0.997	53.66	53.81
11/16/01	Neck - L	0.835	3.79	4.53
2/07/03	Neck - L	0.880	3.99	4.53

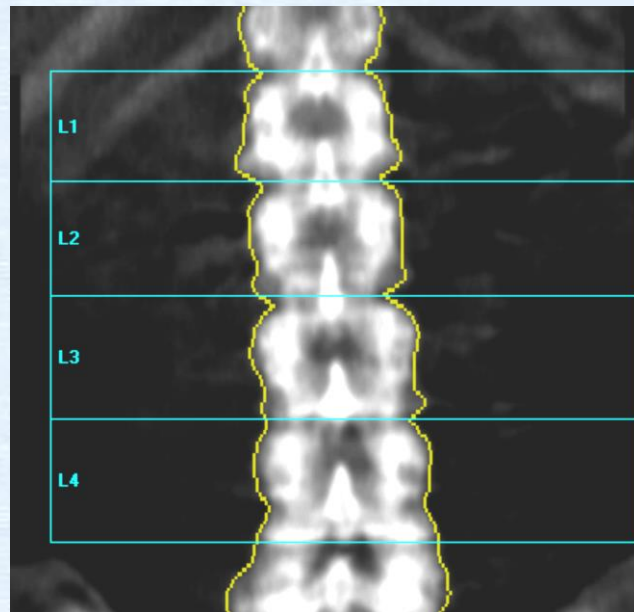
好的随访扫描



L1: 1.312
L2: 1.324
L3: 1.448
L4: 1.411

L1-L4
BMD = 1.389
T值 = 1.7

基线



L1: 1.302
L2: 1.337
L3: 1.435
L4: 1.399

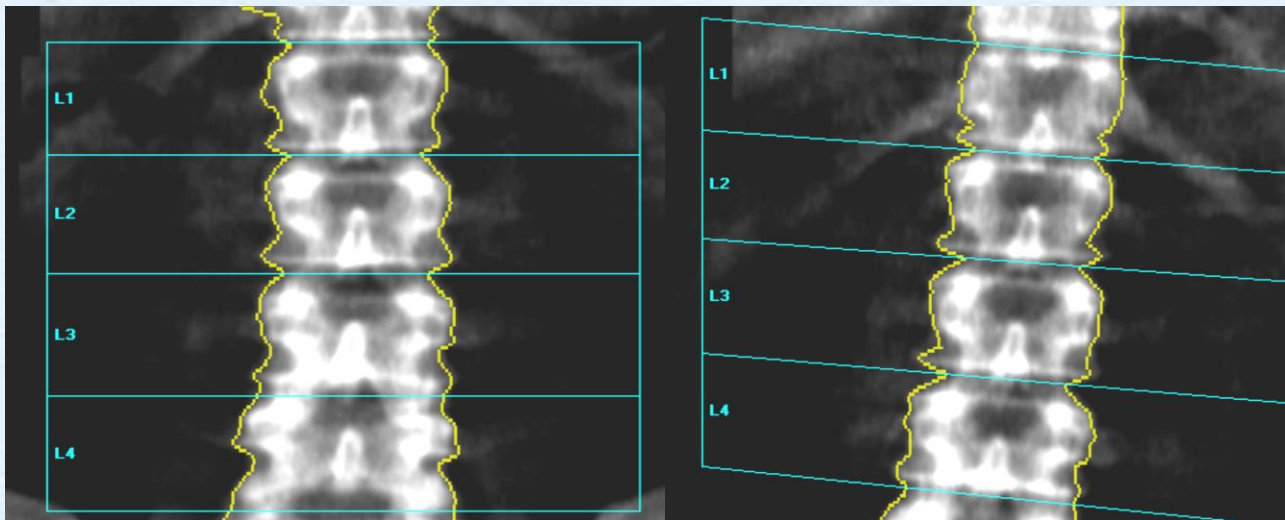
L1-L4
BMD = 1.372
T值 = 1.6

随访

差的随访扫描

基线

随访



L1: .992
L2: 1.103
L3: 1.237
L4: 1.254

L1-L4
BMD = 1.157
T值 = -0.5

L1: 1.003
L2: .930
L3: 1.057
L4: 1.150

L1-L4
BMD = 1.043
T值 = -1.5

主要内容

DXA常规检查部位

DXA测量结果的解读原则

DXA检测报告中的常见错误

临床报告

简易报告内容：

- 腰椎和髌部BMD
- T值
- Z值
- 有关伪影的注解

详细报告内容：

- 技术报告的数据
- 根据WHO诊断分类的诊断
- 骨折的临床危险因素
- 有关非药物、药物治疗和DXA随访的针对性建议

临床骨密度报告的好处

- 详细报告比简易报告对医生更有帮助
- 详细报告可以增加医生和患者对骨密度检测的理解，从而增加骨密度检测的临床应用
- 详细报告能影响医生对患者的治疗措施

DXA 报告中不应出现的内容

- 骨丢失的声明：除非两次测量的比较结果显示有显著的骨丢失，否则不能说有骨丢失
- 不能出现“轻”、“中”、“重度”低骨量或骨质疏松症的诊断：
 - 注：“严重”或“老年性”骨质疏松症的诊断是可以的，是指绝经后妇女T值小于等于-2.5并有脆性骨折史的患者



DXA 报告中不应该包括的内容

- 不能根据部位分别进行诊断（如髌部低骨量、腰椎骨质疏松症等）
- 不能有如下表达：患者年龄不及80岁时说：“她有相当于80岁的骨量”
- 不能报告目前技术不认可的部位的测量结果
- 没有精确误差和LSC，不能报告骨密度发生变化

第一次DXA检测的报告

- 根据腰椎、全髌、股骨颈的最低T值诊断，如髌和腰部不能进行诊断，则选前臂33%处测量结果进行诊断
 - 报告中只能有一个诊断。
 - * 不能说 “腰椎骨质疏松症、髌部低骨量”
- 用T值诊断绝经后妇女和50岁及以上的男性
 - Z值用于儿童、无危险因素且绝经前女性或50岁以下的男性

第一次DXA检测的报告

- 可以一般性陈述低骨量患者的继发因素
 - 无特定Z值阈值
- 可以对继发性骨质疏松症患者提出有针对性的建议

继发因素

随访 DXA 检测的报告

- 报告中须注明与哪一次测量相比和用于比较的ROI
- 报告中须包括该测量中心的LSC和统计学差异最小值
- 如两次测量值 (g/cm^2) 和百分比有变化, 可以报告变化
- 建议下次必要的随访DXA测量的时间

DXA 报告: Case 1

“骨密度: 58岁有椎体骨折家族史的女性, 服用双膦酸盐3年. 最近跌倒发生了 T8 骨折.

该患者的平均 L1-4 BMD 是 1.075 g/cm^2 , T值 -0.9, Z值 0.6.

该患者的右股骨颈BMD是 0.827 g/cm^2 , T值 -1.5, Z值 -0.1.

该患者的左股骨颈BMD是 0.817 g/cm^2 , T值 -1.6, Z值 -0.2.

总结: 该患者得脊椎骨密度在正常范围内。股骨颈低骨量

DXA 报告: Case 1

“本次检测与2016年3月的检测比较。根据报告，两次检测是在同一个厂家的不同设备上检测的，因此可比性有限。 L1-L4的骨密度有轻度增加（1.069增加到 1.075 g/cm²。） 右股骨颈骨密度从 0.698 增加到 0.827 g/cm²。比2006年有显著增加。患者2016的报告显示1997年12月的右股骨颈骨密度是 0.81 g/cm²。我怀疑2016对股骨颈的骨密度检测不正确，应为2016年的骨密度比1997年很大程度下降。

综上所述，该患者得脊椎骨密度正常，股骨颈中度低骨量

DXA 报告: Case 1

“治疗建议: 由于低骨量, 该患者的脆性骨折风险增加。由于女性在绝经后的**6-9**年中骨丢失加速, 因此**4**年后复查并评价骨折风险。”

Case 1 解读要点

- 如果没有发现骨折原因，有脆性骨折出现，即可临床诊断骨质疏松症
- 低骨量不能进行量化诊断，如轻或重度
- 没有进行横向校准，不能比较不同设备的检测结果
- 没有说明最小有意义变化值

DXA 报告: Case 2

“检测原因: 筛查

约检医生: Dr. XXXXXX

病史: 筛查

技术: 使用 DEXA测量腰椎和左股骨近端骨密度

发现: 腰椎 L2-4 平均骨密度 1.03 gm/cm^2 , T值 -1.4, Z值 -0.5

L2的 T值最低为 -2.5.

左股骨颈BMD是 0.73 gm/cm^2 , T值 -2.2 , Z值 -1.1.”

DXA 报告: Case 2

“结论: 左股骨颈显著低骨量, 腰椎轻度低骨量, L2 和并左股骨转子区骨质疏松症, 其T值分别为 -2.5.”

Case 2 解读要点

- 不能根据单个椎体或大转子的骨密度诊断骨质疏松症
- 低骨量不能分级
- 术语不对，应 DXA，不能写 DEXA.
- 没有年龄和性别

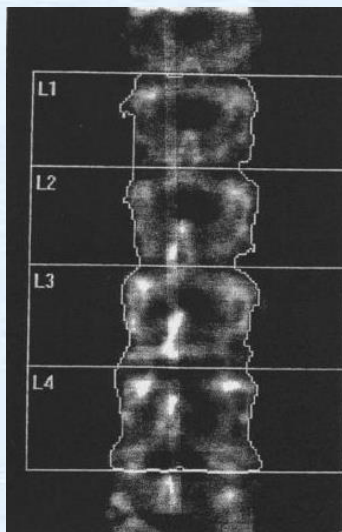
DXA 报告: Case 3

“指征: 已知低骨量、髌部骨折和椎体多发骨折史。
在服用双膦酸盐治疗, 监测疗效

腰椎: BMD 是 0.700 g/cm^2 , T值是 -3.2, Z值是 -1.8. 与2015年9月4日的检测相比, 骨密度减少了 3.8%。”

DXA报告：Case 3

2017



L1-4 = 0.834 g/cm²

0.834 - 0.700
= 0.134 g/cm²
~16% 差异

2015



L1-4 = 0.700 g/cm²

“腰椎：BMD 是 0.700 g/cm²，T 值为 -3.2，Z 值是 -1.8。与2015年9月4日的检测比，骨密度降低 3.8%。”

随访时，必须复习患者以前检查的影像

DXA 报告: Case 3

注： 这些检测是在同一个中心，
但是不同设备上检测的。

为什么 16% 的“差异”报告为 3.8% 的丢失

DXA Results Summary: L1-L4

T-score vs. White Female; Z-score vs. White Female. Source: Hologic

Scan Date	Age	BMD (g/cm ²)	T - score	BMD Change vs Baseline	BMD Change vs Previous
03/03/2008	59	0.700	-3.2	-5.5%#	-3.8%#
04/09/2007	58	0.727	-2.9	-1.8%	1.4%

#denotes significance at 95% confidence level, LSC is 0.022326 g/cm²
#denotes dissimilar scan types or analysis methods.

HOLOGIC®

Case 3 解读要点

- 如果没有横向校准，不能比较检测结果
- 当通过软件转换BMD数据时，应该小心。

中华医学会核医学分会第十一届委员会 技术与继续教育学组成员名单



中华医学会核医学分会
技术与继续教育学组

组 长	姚稚明、缪蔚冰
副组长	王茜、范岩、刘纯
传媒管理	林端瑜、余飞
秘 书	李旭、郑山
委 员	陈亮、杨治平、肖茜、李梦春、郑堃、李从心、王闯、程兵、黄斌豪、邓群力、袁梦晖、边艳珠、李忠原、黄占文、张卫方、李凤岐、褚玉、潘建英、程祝忠、梅丽努尔·阿布都热西提、肖欢、耿建华、武兆忠、杨吉琴、农天雷、徐微娜、苏莉、江勇、董萍、黄谋清、马宏星、向阳