

股骨前倾角测量方法的探讨

孙建峰¹, 刘沂², 蔡晓松³, 肖京¹, 韩斌¹, 李治斌¹, 邓磊¹, 顾敏琪¹

(1. 中国中医研究院西苑医院骨科, 北京 100091; 2. 北京积水潭医院; 3. 北京市房山区第一人民医院)

摘要 目的:探讨正确测量股骨前倾角的方法。方法:通过对 80 个股骨标本采用二维 CT 常用法及裸骨投照法测量股骨扭转角,摄片法测量颈干角,计算出前倾角,对测定值进行统计学分析,并作左右两侧比较。结果:二维 CT 法测量的扭转角为 $(11.04^\circ \pm 8.24^\circ)$ ($-6.1^\circ \sim 34.0^\circ$),投照法测量的扭转角为 $(11.27^\circ \pm 8.01^\circ)$ ($-5.5^\circ \sim 34.2^\circ$),两者差异无显著性意义 ($P > 0.05$, 配对样本 t 检验)。颈干角为 $(128.75^\circ \pm 5.05^\circ)$ ($117.8^\circ \sim 143.3^\circ$)。根据扭转角和颈干角计算出前倾角,投照法为 $(8.74^\circ \pm 6.23^\circ)$ ($-3.85^\circ \sim 27.26^\circ$);CT 法为 $(8.58^\circ \pm 6.41^\circ)$ ($-4.26^\circ \sim 27.12^\circ$),左右两侧对比,差异无显著性意义 ($P > 0.05$, 独立样本 t 检验)。结论:二维 CT 法不能直接测量前倾角,但可以测量扭转角。二维 CT 测量法是测定股骨扭转角确实可靠的方法,临床上健侧的扭转角可作为参考依据。前倾角小于扭转角,二者的关系和颈干角有关。

关键词 股骨前倾角; 扭转; 体层摄影术, X 线计算机; 摄影测量法

Study on the methods for measuring femoral anteversion angle SUN Jian-feng^{*}, LIU Yi, CAI Xiaosong, XIAO Jing, HAN Bin, LI Zhì-bin, DENG Lei, GU Min-qi.^{*} The Department of Orthopaedics, Xiyuan Hospital, China Academy of Traditional Chinese Medicine, Beijing, 100091, China

Abstract **Objective:** To study on the accurate methods for measuring femoral anteversion angle. **Methods:** Torsion angles were measured with 2D CT (routine method) and a new photogrammetry of digital camera respectively in 80 femoral specimens. Femoral neck-shaft angles with radiography as well. According to the both of above data, the anteversion angles were calculated. All the values were analyzed with SPSS. **Results:** Mean value of torsion angle with 2D CT method was 11.04° ($-6.1^\circ \sim 34.0^\circ$, $s = 8.24$) and 11.27° ($-5.5^\circ \sim 34.2^\circ$, $s = 8.01$) with digital photograph. There was no difference of statistical significance between them ($P > 0.05$, paired-samples t test). Mean value of anteversion angle with 2D CT was 8.58° ($-4.26^\circ \sim 27.12^\circ$, $s = 6.41$). Comparison of the values in both left and right sides was without difference of statistical significance ($P > 0.05$, independent-samples t test). **Conclusion:** 2D CT is an accurate and reliable method to measure the torsion angle rather than anteversion angle. Torsion angle in normal side is regard as referential value in clinic. Anteversion angle is less than torsion angle. Both of them are correlated with the femoral neck-shaft angle.

Key words Femoral anteversion angle; Torsion; Tomography, X-ray computed; Photogrammetry

正常股骨前倾角的存在是符合人体负荷力线的要求,若前倾角变化,股骨头水平偏距和(或)垂直偏距发生变化,股骨头臼间的相互适应关系也发生变化,使头臼的正常轻度不适应关系趋向于不适应关系,必然导致髋关节的载荷传导紊乱,而引起关节软骨的退变,继发骨关节炎的发生。研究在创伤和疾病后所引起的关节异常改变,恢复其正常的关系,则具有重要的临床意义。有关股骨近端前倾角和股骨干的解剖关系及前倾角的测量方法已有很多的讨

论^[1-4]。本文通过对 80 个股骨标本二维 CT 测量及裸骨投照测量,探讨正确测量前倾角的方法,有利于指导临床治疗。

1 材料与方

1.1 材料 80 个示教用成人尸体股骨干标本,由北京大学医学部解剖教研室提供。年龄、性别、民族不详。左 35 个,右 45 个,左右不成对。

1.2 方法 二维 CT 扫描:采用美国 GE Prospeed AI 螺旋 CT 扫描机,层厚 5 mm,层距 5 mm。将标本平放于扫描床,垂直于股骨长轴分别对股骨头颈及股骨髁水平进行 CT 扫描(图 1)。裸骨投照测量

法(简称“投照法”):将股骨标本置于水平玻璃上,两髌后缘及大转子后缘接触玻璃面。Olympus C-2100u 数码相机置于与股骨干同等高度,轴位投照,镜头距股骨头 200 cm,成像时大转子后缘接触点位于两髌后缘接触点中间(图 2)。此两种测定方法实际测定的是股骨扭转角,而非前倾角。图像处理:采用 Photoshop 6.0 图像处理软件分别对采得的图像进行

测量。二维 CT 法取股骨颈最窄处中心点与股骨头中心点连线与水平线的夹角,减去股骨内外两髌后缘接触点连线与水平线之间的夹角。投照法直接取股骨颈最窄处中心点与股骨头中心点连线与水平线的夹角。将股骨头颈保持水平位,以股骨小转子为中心,管球垂直于水平面进行前后位普通摄片,测量标本的颈干角。

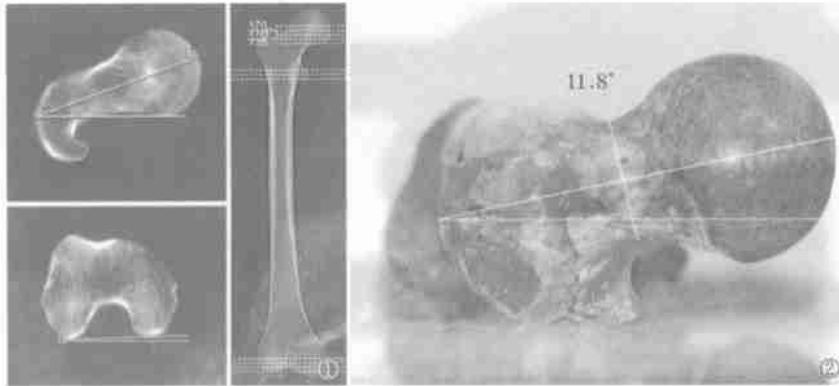


图 1 股骨标本二维 CT 扫描法测量扭转角 图 2 股骨标本投照法测量扭转角
Fig. 1 Measuring the torsion angle of femur with 2D CT Fig. 2 Measuring the torsion angle of femur with digital photogrammary

1.3 统计学处理 采用 SPSS 10.0 统计学处理软件对 CT 法及投照法测量的扭转角、前倾角结果进行配对样本 t 检验,对 CT 法测量扭转角及前倾角左右侧对比进行独立样本 t 检验。

2 结果

80 个股骨标本扭转角度及前倾角度见表 1。二维 CT 法和投照法测量比较,两者间的差异无显著性意义 ($P > 0.05$, 配对样本 t 检验)。前倾角、扭转角与颈干角之间存在函数关系(图 3),可根据扭转角和颈干角计算出前倾角(表 1)。扭转角(绝对值) > 前倾角(绝对值)(图 4)。对比左右两侧 CT 法测量的前倾角与扭转角,前倾角右侧大于左侧,平均相差 1.61°,扭转角右侧大于左侧,平均相差 1.62°,两侧差异无显著性意义 ($P > 0.05$, 独立样本 t 检验)(表 2)。

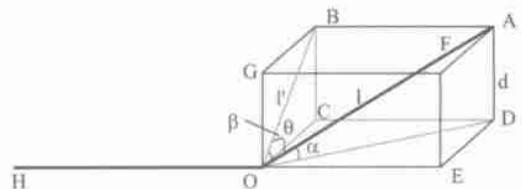


图 3 股骨近端立体示意图 $\angle ACD(\alpha)$: 前倾角; $\angle BOC(\theta)$: 扭转角; $\angle ACH$: 颈干角; $\angle AOB(\beta) = \angle ACH - 90^\circ$; AO 股骨头颈轴; OH: 股骨干轴; DEH: 股骨冠状面
Fig. 3 Geometrical structure of proximal femur. $\angle ACD(\alpha)$: anteversion angle; $\angle BOC(\theta)$: torsion angle; $\angle ACH$: neck-shaft angle; $\angle AOB(\beta) = \angle ACH - 90^\circ$; AO: femoral head-neck axis; OH: femoral shaft axis; DEH: femoral coronal plane.

$$\sin\theta = \frac{d}{l} = \frac{1 \cdot \sin\alpha}{1 \cdot \cos\beta} = \frac{\sin\alpha}{\cos\beta}$$

$$\theta = \sin^{-1}\left(\frac{\sin\alpha}{\cos\beta}\right)$$

表 1 80 个标本两种方法测量扭转角与前倾角的比较(度)

Tab. 1 Comparison of the torsion angle and the anteversion angle with two methods in 80 specimens(degree)

类别 Category	方法 Method	平均值 Mean value	最小值 Min	最大值 Max	标准差 Std. deviation	t 值 t value	P 值 P value
扭转角 Torsion angle	二维 CT 法* 2D CT method	11.04	- 6.10	34.00	8.24	1.137	$P > 0.05$
	投照法** Photogrammary	11.27	- 5.50	34.20	8.01		
前倾角 Anteversion angle	二维 CT 法* 2D CT method	8.58	- 4.26	27.12	6.41	1.245	$P > 0.05$
	投照法** Photogrammary	8.74	- 3.85	27.26	6.23		

注: *二维 CT 法扭转角与前倾角比较, $t = 10.840, P < 0.001$; **投照法扭转角与前倾角比较, $t = 11.352, P < 0.001$

Note: *Comparison of the torsion angle and the anteversion angle with 2D CT, $t = 10.840, P < 0.001$; **Comparison of the torsion angle and the anteversion angle with digital photogrammary, $t = 11.352, P < 0.001$

表 2 二维 CT 法测量扭转角与前倾角、颈干角之比较(度)

Tab. 2 Comparison of the torsion angle, the anteversion angle and neck-shaft angle with 2D CT(degree)

分类	侧别	计数	平均值	标准差	t 值	P 值
Class	Side	Number	Mean value	Std. deviation	t value	P value
扭转角 Torsion angle	左 Left	35	10.36	7.05	0.893 *	P>0.05 *
	右 Right	45	11.98	8.70		
	合计 Total	80	11.04	8.24		
前倾角 Anteversion angle	左 Left	35	7.85	5.34	1.150 **	P>0.05 **
	右 Right	45	9.46	6.83		
	合计 Total	80	8.58	6.41		
颈干角 Neck-shaft angle	左 Left	35	130.49	5.11	2.825 ***	P<0.05 ***
	右 Right	45	127.40	4.63		
	合计 Total	80	128.75	5.05		

注: *、**、***左右侧对比,独立样本 t 检验

Note: *, **, *** Comparison of left and right. Independent-samples t test

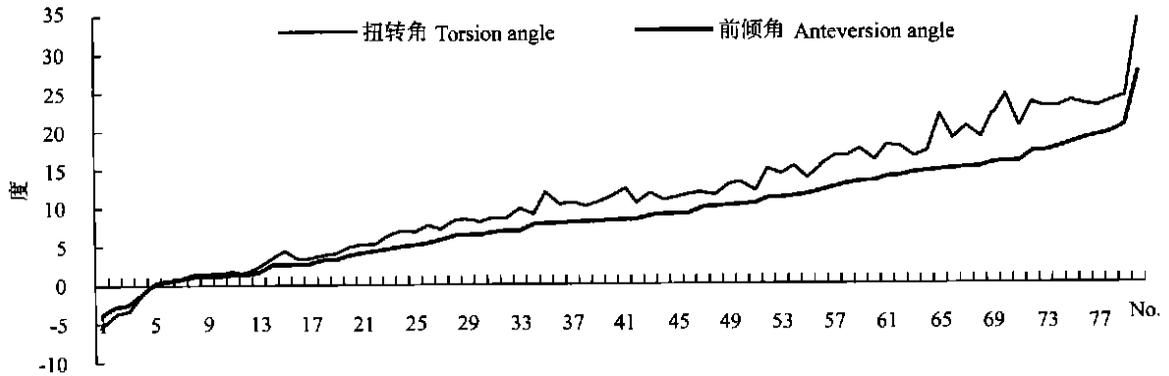


图 4 80 个标本按照法扭转角与前倾角的比较图

Fig. 4 Comparison of the torsion angle(photogrammetry)and the anteversion angle in 80 specimens

3 讨论

3.1 前倾角的几何学特点 由于股骨颈不在股骨干的冠状面上,股骨头颈长轴与股骨冠状面间的夹角称为股骨前倾角^[5]。其几何学概念实质上是一直线与一个平面间的夹角。从几何学上讲直线与平面的夹角并不表示平面与平面的夹角。因此,前倾角的含义并非如张权等^[6]所指的股骨冠状面与头颈面间的夹角。如图 3 所示,头颈轴 AO 与平面 DEH 的夹角为 α ,而平面 AOB 与平面 DEH 夹角为 β 。由于颈干角的存在,二维 CT 法测量的“前倾角”不是头颈轴与冠状面的夹角,而是股骨头颈在水平截面上的“头颈”轴线与冠状面的夹角,因此,用二维 CT 法测量的不是前倾角(anteversion angle),而是扭转角(torsion angle),后者是指某一肢体骨远近端横轴不在同一平面上,其间的夹角称扭转角。更确切的说二维 CT 法测量的“前倾角”应描述为扭转角^[7,8]。通常情况下,颈干角 $>110^\circ$, $\cos \alpha < 1$,那么扭转角 $>$ 前倾角,也就说明常用 CT 法所测出的扭转角比实际的前倾角(绝对值)偏大。因此,不能简单的认为

扭转角就是前倾角。股骨颈前倾角并不在水平面上(除固有),颈干角是指的股骨颈轴心线与股骨干纵轴线形成的角^[5]。精确测量的前提需消除扭转角,也就是说测量时股骨颈轴与股骨干轴在同一平面,此时的股骨颈轴心线与股骨干纵轴线形成的角是股骨颈干角。既往临床上测量颈干角的前提是股骨内旋 15[°]^[9],其意义是认为平均扭转角为 15[°]。我们测量 80 例标本的颈干角为 $128.75^\circ \pm 5.05^\circ$,CT 法测量的扭转角度 $11.04^\circ \pm 8.24^\circ$,根据扭转角和颈干角计算出前倾角为 $(8.58^\circ \pm 6.41^\circ)$ ($-4.26^\circ \sim 27.12^\circ$)。我们用 CT 法测量的扭转角度均值 11.04° ,比张权等^[6]报告均值 12.28° 略小,这可能由于样本的差异所致;裸骨投照法测量的扭转角均值 11.27° ,比张怀等^[10]报告的 $11.95^\circ \sim 12.80^\circ$ 略小,主要与股骨髁轴的选择有关。

3.2 几种测量方法的比较 裸骨投照测量法实质上是裸骨解剖测量方法。传统的解剖学测量方法,即将股骨标本相当于仰卧位平放于玻璃板上,股骨两髁后缘接触的玻璃平面代表股骨冠状面,用游标卡尺分别

测量出股骨头中心与股骨颈中心,测量两中心的连线与玻璃平面的夹角。在实际测量中我们发现,股骨头是假定为球形,股骨头中心的定位相对容易;而股骨颈的中心的定位比较困难,股骨颈截面类似椭圆形,并向前存在扭转^[11],对于同一个标本多次测量时存在较大的偏差。我们对这一方法进行了改进,采用裸骨投照测量法,股骨摆放同传统方法,将数码相机置于与股骨干同等高度,成像时大转子后缘接触点位于两髁后缘接触点中间,保证投照方向是股骨干纵轴方向。确定股骨头颈中心的方法同纪盛章等^[12]三维 CT 确定头颈中心的方法,该方法得到的数据精确度高,具有良好的可重复性和可靠性。

二维 CT 法与投照法相比,都是测量股骨头颈的扭转角。本组用两种方法分别测量扭转角,经统计学分析, $P > 0.05$, 差异无显著性意义。裸骨解剖测量是公认的最可靠的测定方法,而在临床上不能做到,根据二维 CT 法与裸骨投照法的测量结果比较差异无显著性意义,我们认为二维 CT“常用法”是临床上可靠的测量扭转角的方法。

对于某些疾病如 DDH、髋外翻、股骨头变形等需要准确测量前倾角,三维 CT 扫描可以同时从多角度观察,这点优于二维 CT。而按纪盛章等^[12]的三维 CT 方法测定的仍是股骨头颈的扭转角,费用高,操作复杂。此外,由于超声波无法穿透骨骼,利用 B 超测量前倾角的方法十分局限。MRI 法测量与 CT 法相似,但检查费十分昂贵,较少采用。

3.3 CT 方法的注意事项 Weiner 等^[3]于 1978 年提出用 CT 测量前倾角的方法,此后 Peterson 等^[4]和 Hernandez 等^[7]对该方法作了改进,CT 测量方法简便,准确性较以往的利用 X 线片测量有所提高。目前,CT 已成为临床测量前倾角的主要手段。由于颈干角的存在,二维 CT 只有在股骨头下半部分扫描时,才能获得股骨头及股骨颈在同一帧扫描中出现,此时只能扫描到股骨颈上半部分。而股骨颈自身向前旋转^[11],CT 截面在不同层面时所获得的股骨头颈关系就会有所差别,越靠近上端,股骨颈越偏前,股骨颈中心偏前,所测的扭转角就越小;逐渐向下端,股骨颈中心逐渐后移,扭转角值就相应增大。因此,由于颈干角的存在和股骨颈自身向前旋转的关系,二维 CT 测出的扭转角就比实际的扭转角度小。

目前采用二维 CT 测量的方法较多,其间的主要差别在于股骨头颈轴和股骨髁轴的确定。Weiner 等^[3]和 Hernandez 等^[7]是取经股骨颈的一个横断面

确定股骨颈轴线,而 Murphy 等^[13]确定股骨头颈的方法较复杂。Hernandez 等^[7]取通过股骨内外髁最前缘连线和最后缘连线的中分线为股骨髁轴;Murphy 等^[13]取经过股骨髁后缘的连线为股骨髁轴。我们推荐目前的常用方法,选择含股骨头颈的层面,以股骨头颈中心的连线为股骨颈轴线,以经过股骨髁后缘的连线为股骨髁轴,以股骨髁后缘与大转子后缘三点决定的平面为股骨冠状面(table-top 法),该方法比较简单。

通过以上分析可以得知,目前常用的二维 CT 等方法测量的实际是股骨扭转角,而不是定义的前倾角。对于个体而言,颈干角是固定的,测出的扭转角即可反映前倾角,前倾角的大小亦可计算出。由于股骨扭转角动荡范围较大,临床判定扭转角的大小不能以其平均值为标准,应左右侧对比为主要参考依据。临床上二维 CT 法测量两侧扭转角,无论采用哪种方法确定股骨头颈轴及股骨冠状面,只要采用同一标准,并进行双侧对比,可用来直接反映两侧的差异,为治疗提供参考数据。对于 DDH、髋外翻、股骨头变形等,需要用三维 CT 的方法准确测量前倾角。

参考文献

- 1 Banchong M, Kriskrai S, Trongtum T, et al. Morphological study of the proximal femur: A new method of geometrical assessment using 3-dimensional reverse engineering. *Medical Engineering & Physics*, 2002, 24(9): 617-622.
- 2 Hermann KL, Egund N. Measuring anteversion in the femoral neck from routine radiographs. *Acta Radiol*, 1998, 39(4): 410-415.
- 3 Weiner DS, Cook AJ, Hoyt WA, et al. Computed tomography in the measurement of femoral anteversion. *Orthop*, 1978, 1(4): 299-306.
- 4 Peterson HA, Klassen RA, Mcleod RA, et al. The use of computerised tomography in dislocation of the hip and femoral neck anteversion in children. *J Bone Joint Surg(Br)*, 1981, 63: 198-208.
- 5 裘法祖. 外科学. 第 4 版. 北京: 人民卫生出版社, 1999. 770.
- 6 张权, 黄煌渊, 周强. CT 在测量股骨前倾角中的应用及方法比较. *中华骨科杂志*, 2000, 20(6): 342-344.
- 7 Hernandez RJ, Tachdjian MO, Poznanski AK, et al. CT determination of femoral torsion. *Am J Roentgenol*, 1981, 137(1): 97-101.
- 8 Soroosh M, Helen H. Femoral torsion: CT measurement. *Radiol*, 1986, 160(3): 843-844.
- 9 卢世壁. 坎贝尔骨科手术学. 第 9 版. 济南: 山东科学技术出版社, 2001. 326.
- 10 张怀麟, 郑靖中, 杨玉田. 国人股骨颈干角及扭转角的测量统计. *解剖学报*, 1982, 13(3): 262-269.
- 11 Fabek L, Parewyck S, Rooze M, et al. Geometrical analysis of the femoral neck torsion. *Cells Tissues Organs*, 2000, 167(1): 68-72.
- 12 纪盛章, 程喜定, 杨建平, 等. 股骨颈前倾角三维 CT 测量方法. *中华骨科杂志*, 2001, 21(3): 187-188.
- 13 Murphy SB, Simon SR, Kijewski PK, et al. Femoral anteversion. *J Bone Joint Surg(Am)*, 1987, 69(8): 1169-1176.