

下肢长骨的性别判别分析研究

刘 武

(中国科学院古脊椎动物与古人类研究所)

杨茂有 邵凤久

(长春中医学院解剖教研室)

关键词 下肢骨;性别判定;判别分析

内 容 提 要

本文对在长春地区收集的下肢骨进行了37项线性测量。统计分析显示,所有项目性别差异显著。采用单项指标性别鉴定可以获得较好的效果。其中一些肢骨两端项目性别鉴定价值优于长度项目。本文采用 Fisher 判别分析方法和逐步判别分析方法建立了多项下肢骨性别判别函数,可用于鉴定国人下肢骨性别,判别率可最高达 96.3%。

长期以来,国内外学者主要依据形态特征对长骨进行性别判定。虽然一般情况下男性长骨具有较女性粗壮,肌肉附着处明显等形态特征,但两性之间在形态特征上重叠范围较大,仅仅据此进行性别鉴定需要有丰富的实际经验,而且误差也大。因此有必要建立具有明确数据判断标准的长骨性别的判定方法。

自从 Pons (1955) 首次采用判别分析方法进行骨骼性别判别以来,判别分析方法在人类学领域得到了广泛的应用。在四肢骨性别判别研究方面,埴原和郎 (1958)、Steel (1962) 等做了许多工作。近年来,Black (1978) 等为适应实际工作的需要,侧重于破损肢骨,尤其是单一测量项目性别判定的研究。

国内学者在国人肢骨测量研究中已注意到中国人肢骨的一些测量项目具有显著的性别差异。但应用这些差异进行国人肢骨性别判别分析的研究仅有郑靖中等 (1988) 关于胫骨性别判别分析的报道。本文目的就是研究国人下肢骨各测量项目的性别差异,建立判定下肢骨性别的判别函数,为法医学和人类学实际应用提供鉴定手段。

材 料 与 方 法

本文所用标本取自长春中医学院解剖教研室收藏的完整全身骨骼。这批标本是八十年代初期在长春地区收集的。根据收集情况分析,死者生前大多居住在东北地区。依据全身骨骼特点,尤其是骨盆和颅骨的特征进行了性别鉴定。在测量时注意观察了标本的骨骺愈合、颅缝愈合、牙齿磨耗及耻骨联合面的形态特征,对未成年和破损病变标本一律予以剔除。具体标本例数和性别分布如表1所示。

表 1 本文所用标本情况

	股 骨	胫 骨	腓 骨
男 性	74	69	63
女 性	67	66	56
合 计	141	135	119

测量：测量方法主要依据吴汝康等(1984)所著《人体测量方法》和邵象清(1985)所著《人体测量手册》。共 37 项(为便于统计,所有项目都以变量符号 X_1 — X_{37} 依次表示)。

股骨： X_1 最大长； X_2 生理长； X_3 转子全长； X_4 中部矢径； X_5 中部横径； X_6 中部周长； X_7 上部横径； X_8 上部矢径； X_9 下部最小矢径； X_{10} 下部横径； X_{11} 上端宽； X_{12} 头垂径； X_{13} 头矢径； X_{14} 头最大径； X_{15} 上髌宽； X_{16} 外髌长； X_{17} 内髌长。

胫骨： X_{18} 最大长； X_{19} 内侧髌踝长； X_{20} 外侧髌踝长； X_{21} 上端宽； X_{22} 下端宽； X_{23} 下段矢径； X_{24} 上内矢径； X_{25} 上外矢径； X_{26} 滋养孔处横径； X_{27} 滋养孔处矢径； X_{28} 滋养孔处周长； X_{29} 体最小周长。

腓骨： X_{30} 最大长； X_{31} 小头外髌长； X_{32} 上端宽； X_{33} 下端宽； X_{34} 中部最大径； X_{35} 中部最小径； X_{36} 中部周长； X_{37} 体最小周长。

以上数据精确读到 0.1 毫米。

数据处理：将测量数据输入计算机,进行以下统计处理。

一般统计处理：男女分组分别算出各项目的平均值,标准差及 t 值。为了检验单一测量项目判定肢骨性别的效果,本文以单一项目两性均值中点为临界值(大于临界值为男性,小于临界值为女性),分别计算了单一指标性别判定的临界值和判别率。

判别分析计算：采用 Fisher 两类判别分析方法分别建立股骨、胫骨和腓骨的性别判别函数。

逐步判别分析计算：为了挑选重要变量构成理想的变量组合以提高判别效果,采用逐步判别分析方法建立两根肢骨的逐步判别函数。

以上全部计算采用左侧下肢骨数据。

结 果

1. 一般统计结果

表 2 列出了股骨、胫骨和腓骨各测量项目的平均值、标准差、t 值及单一指标性别判定的临界值和判别率。

表 2 结果显示下肢骨所有 37 个测量项目平均值男性都大于女性。查 t 值表显示两性间差异非常显著 ($P < 0.01$)。从单一指标性别判定的效果来看,37 个项目中有 20 项性别判别率达 75% 以上。

2. 判别分析计算结果

表 3 显示了采用 Fisher 判别分析方法建立的单一肢骨性别判别函数。

表 2 下肢骨测量统计结果

(单位: 毫米)

测量项目	男 性		女 性		t 值	临界值	判别率(%)
	均 值	标准差	均 值	标准差			
股骨							
最大长	431.4	25.8	394.1	17.5	9.95	412.8	79.4
生理长	426.8	25.9	390.4	17.5	9.69	408.6	75.9
转子全长	403.9	25.7	369.3	18.0	9.17	386.5	75.2
中部矢径	27.0	2.6	23.7	1.7	8.81	25.3	79.4
中部横径	26.8	2.2	24.2	1.7	7.84	25.5	73.1
中部周长	84.7	6.9	75.7	4.5	9.02	80.2	79.4
上部横径	31.9	3.1	28.6	2.4	6.97	30.3	69.5
上部矢径	26.1	2.2	22.9	1.6	9.43	24.5	78.0
下部最小矢径	27.1	2.9	24.4	2.2	6.17	25.7	66.7
下部横径	37.6	4.5	34.5	3.3	4.66	36.0	62.4
上端宽	95.0	6.2	84.6	4.3	11.52	89.8	80.9
头垂径	42.7	3.1	38.4	1.9	9.59	40.6	77.3
头矢径	44.7	3.2	40.0	1.9	10.55	42.3	84.4
头最大径	45.4	3.2	40.3	1.9	11.12	42.9	85.1
上髌宽	77.8	5.8	69.3	3.0	10.80	73.6	83.7
外髌长	59.6	3.9	54.3	2.9	9.32	56.9	75.9
内髌长	58.0	4.2	52.6	2.8	9.09	55.3	80.1
胫骨							
最大长	351.4	26.3	323.5	15.2	7.53	337.4	75.6
内侧髌踝长	341.2	25.5	314.7	15.3	7.29	328.0	74.1
外侧髌踝长	346.7	25.6	319.3	15.0	7.55	333.0	74.1
上端宽	73.1	5.6	64.6	3.5	10.52	68.5	81.5
下端宽	49.6	4.3	44.2	2.6	8.97	46.9	79.3
下段矢径	35.8	3.8	31.2	2.2	8.64	33.5	76.3
上内矢径	43.9	3.7	39.9	2.9	6.93	41.9	70.4
上外矢径	38.0	3.6	34.0	2.7	7.30	36.0	74.1
滋养孔处横径	22.5	2.7	19.3	1.7	8.38	20.9	74.8
滋养孔处矢径	31.2	3.7	27.2	2.4	7.56	29.2	74.8
滋养孔处周长	87.0	8.4	75.3	5.4	9.56	81.2	80.0
体最小周长	68.6	6.5	61.0	5.0	7.69	64.9	71.9
腓骨							
最大长	343.0	25.5	318.1	15.6	6.33	330.5	75.6
小头外踝长	339.8	25.2	315.7	15.4	6.20	327.8	74.8
上端宽	24.7	3.2	22.3	2.3	4.68	23.5	67.2
下端宽	23.9	3.0	20.8	2.0	6.64	22.3	76.5
中部最大径	14.2	2.0	13.1	1.4	3.62	13.6	68.1
中部最小径	10.1	1.2	8.9	0.9	5.81	9.5	73.9
中部周长	40.9	4.2	37.1	3.5	5.26	39.0	72.3
体最小周长	34.8	4.2	31.5	3.2	4.72	33.2	69.7

表 3 下肢骨性别判别函数

(单位: 毫米)

编 号	判 别 函 数	临界值*	F 值	判别率 (%)
1	$Z = X_1 + 0.5312X_0 + 6.9691X_{11} + 5.7888X_{15} - 3.4722X_{16}$	1309.1	30.36	87.9
2	$Z = X_3 - 1.0875X_5 + 9.5904X_{11} + 13.0077X_{12} + 4.2770X_{13}$	3032.9	30.61	87.2
3	$Z = 0.1300X_2 - 0.3225X_6 + 1.9159X_8 + X_{11} + 0.5392X_{15}$	203.6	31.85	87.2
4	$Z = X_1 - 0.8186X_2 + 2.3556X_8 + 1.3640X_{11}$	258.4	40.50	86.5
5	$Z = X_1 + 10.9605X_8 + 6.9846X_{11} + 7.2925X_{14}$	1621.2	40.32	87.9
6	$Z = X_{11} + 1.0152X_{13} + 0.0430X_{16} + 0.3997X_{17}$	157.3	35.59	85.1
7	$Z = X_6 + 10.1281X_8 + 5.6270X_{16}$	648.7	38.12	83.7
8	$Z = X_1 + 6.6819X_5$	582.8	58.89	83.0
9	$Z = X_3 + 3.5559X_6$	671.6	50.96	82.3
10	$Z = 1.4832X_8 + X_{11}$	126.1	75.07	84.4
11	$Z = X_{21} + 1.0478X_{22} + 0.9194X_{28} - 0.9236X_{29}$	132.7	33.60	82.2
12	$Z = X_{19} + 35.9836X_{21} + 24.9689X_{22} - 3.8189X_{29}$	3728.5	29.74	83.0
13	$Z = X_{19} + 34.2655X_{21} - 0.9113X_{24}$	2648.9	36.68	82.2
14	$Z = X_{21} + 0.6850X_{22} - 0.1085X_{23}$	97.4	39.73	82.2
15	$Z = X_{21} - 0.0404X_{24} + 0.7860X_{26}$	83.6	38.71	82.2
16	$Z = X_{22} + 0.8538X_{28} - 0.5960X_{29}$	77.5	39.91	83.0
17	$Z = X_{22} + 0.3461X_{23} + 1.3843X_{26}$	87.4	34.14	81.5
18	$Z = X_{22} + 0.6510X_{23} - 0.1224X_{24}$	94.3	39.79	82.2
19	$Z = X_{31} + 10.4576X_{33} + 1.8300X_{37}$	622.0	18.19	79.0
20	$Z = X_{30} + 9.7078X_{33}$	547.3	27.46	78.2
21	$Z = X_{32} + 2.7774X_{33} + 4.8672X_{35}$	131.7	17.67	79.8
22	$Z = X_{33} + 0.3336X_{34}$	26.9	22.64	77.3

* Z 值大于临界值判定为男性,反之则为女性。

F 检验表明所有判别函数判别效果都非常显著 ($P < 0.001$)。

3. 逐步判别分析结果

表 4 列出了两两肢骨组合逐步判别分析各步计算选入的变量及其判别能力。

表中 F 值表示各步计算选入变量的判别能力,其值愈大,表示该变量的判别能力愈强。Wilks 表示已选入的一组变量的判别能力,其值愈小,说明该组变量的判别能力愈强。 X^2 值则是 Wilks 值的转变形式,可以通过查 X^2 值表来具体表示这组变量的判别能力显著水平。

表 5 列出了经过逐步判别分析计算所建立的下肢骨逐步性别判别函数。

F 检验表明,所有逐步判别函数两类间判别效果显著 ($P < 0.001$)。

讨 论

本文测量统计结果表明,国人下肢骨各测量项目都具有非常显著的性别差异。单一测量项目可用于下肢骨严重破损情况下进行性别鉴定。Black (1978) 指出长骨的宽度、围度和截面积的性别差异大于长度。他采用股骨中部周长单一项目对美洲印第安人股

表 4 逐步判别分析计算过程

步 数	选入变量	剔除变量	F 值	Wilks 值	χ^2 值
	股骨+胫骨				
1	股骨上端宽		132.85	0.5003	91.77
2	胫骨上端宽		59.92	0.3441	140.82
3	股骨头最大径		9.42	0.3210	149.42
4	胫骨下端宽		5.79	0.3073	154.56
5	股骨上部矢径		3.40	0.2994	157.37
6	胫骨滋养孔处横径		2.71	0.2932	159.48
7	股骨头最大径		2.37	0.2987	157.70
8	胫骨体最小周长		4.68	0.2881	161.76
9	股骨上髁宽		3.21	0.2810	164.37
10	胫骨体下部最小矢径		3.01	0.2745	166.78
	股骨+腓骨				
1	股骨上端宽		98.22	0.5436	70.01
2	腓骨下端宽		34.88	0.4179	101.20
3	腓骨最大长		9.00	0.3876	109.47
4	股骨头最大径		7.11	0.3648	115.96
5	腓骨中部最小径		3.85	0.3528	119.29
6	腓骨小头外踝长		3.03	0.3435	121.81
7	股骨头垂径		2.58	0.3357	123.89
8	股骨头矢径		1.05	0.3325	124.41
9	股骨最大长		1.35	0.3285	125.25
10	股骨生理长		3.28	0.3188	128.04
	胫骨+腓骨				
1	胫骨上端宽		87.59	0.5719	65.11
2	腓骨最大长		18.25	0.4941	81.78
3	腓骨上端宽		4.23	0.4766	85.60
4	胫骨中部横径		3.22	0.4635	88.43

表 5 下肢骨逐步性别判别函数*

判 别 函 数	F 值	判别率 (%)
<p style="text-align: center;">股 骨 + 胫 骨</p> $Y_1 = 3.1389X_8 - 1.5022X_9 + 2.2164X_{11} + 2.2376X_{15} + 2.6575X_{21} + 3.1617X_{22} + 2.3831X_{26} - 1.1892X_{29} - 375.5147$ $Y_2 = 2.6260X_8 - 1.1986X_9 + 1.9726X_{11} + 1.9652X_{15} + 2.3592X_{21} + 2.8065X_{22} + 1.7909X_{26} - 0.9646X_{29} - 293.8074$	41.63	96.3
<p style="text-align: center;">股 骨 + 腓 骨</p> $Y_1 = 2.1253X_1 - 1.7639X_2 + 2.1092X_{11} + 0.4199X_{12} - 3.5336X_{13} + 6.5727X_{14} + 1.4310X_{30} - 0.7430X_{31} + 1.5829X_{33} + 4.2652X_{35} - 420.4198$ $Y_2 = 1.8643X_1 - 1.5208X_2 + 1.8309X_{11} + 0.7203X_{12} - 2.9017X_{13} + 5.3018X_{14} + 1.0572X_{31} - 0.3948X_{31} + 1.2395X_{33} + 3.4018X_{35} - 346.3106$	23.08	92.4
<p style="text-align: center;">胫 骨 + 腓 骨</p> $Y_1 = 2.7680X_{21} + 0.7097X_{26} + 0.6298X_{30} + 1.3831X_{32} - 234.7171$ $Y_2 = 2.4982X_{21} + 0.4471X_{26} + 0.5904X_{30} + 1.1739X_{32} - 192.8335$	32.99	87.4

* $Y_1 > Y_2$ 判定为男性,反之判定为女性。

骨进行性别判定, 判别率达 85%。他认为中部周长是长骨有价值的性别鉴定指标。DiBennardo 等(1979, 1982)和 Taylor 等(1982)依据 Black 的观点分别对美国白人和黑人股骨进行了研究并得到了相近的结果。Nakahashi 等(1986)在研究破损日本人骨骼的性别鉴定时也注意到长骨中部周长具有重要的性别鉴定价值。而 Maclaughlin(1985)在对苏格兰人股骨研究后认为股骨头最大前后径是最有价值的性别鉴定指标。在胫骨研究方面, Iscan 等(1984)根据对美国白人和黑人胫骨的研究认为胫骨上端宽是胫骨最重要的性别鉴定指标, 其次是下端宽和滋养孔处骨干周长。国内郑靖中等(1988)在研究西安地区胫骨各测量项目的性别差异时也发现胫骨上端宽是最有意义的性别鉴定指标。本文研究结果显示股骨最有意义的性别鉴定指标是头最大径、头矢径、上髌宽、上端宽和内髌长。这 5 个项目的单一指标性别判别率均在 80% 以上。这一结果与国外学者的报道不甚一致, 笔者认为这尚不足以说明国人股骨性别差异显著的项目与其他人种和地区的标本有明显的差异。因为已发表的国外资料涉及项目都较少, 不能进行直接对比。在胫骨, 本文结果与国内外其他研究结果较为接近。表 2 显示国人胫骨最有意义的性别鉴定指标是上端宽和滋养孔处骨干周长。关于长骨的宽度和围度项目在性别鉴定上的价值, 本文结果表明, 某些宽度和围度测量项目具有优于长度项目的性别鉴定价值, 长度项目并不是最有价值的性别鉴定指标。在股骨, 头最大径、头矢径、上髌宽、上端宽和内髌长具有优于长度项目的性别鉴定价值。在胫骨, 上端宽、滋养孔处骨干周长、下端宽和下段矢径具有优于长度项目的性别鉴定价值。而在腓骨, 仅下段宽一个项目具有优于腓骨长的性别鉴定价值。综上所述, 这些具有较高性别鉴定价值项目在不同肢骨的数量和部位不尽一致, 但有一个共同点就是这些项目大多分布在肢骨上下两端部位。笔者认为青春期后男女长骨在两干骺端异速生长不一致, 即男性生长速度大于女性是造成这种现象的主要原因。此外体力活动的差异和遗传因素在此过程中也起一定作用。

本研究结果表明许多测量项目具有很高的性别鉴定价值并可用于单项指标性别鉴定, 但由于两性之间在测量值上有很大的重叠范围, 使得采用单一测量项目难以进一步提高判别效果。为此本文采用两类判别分析方法对数据进行了处理, 建立了多元性别判别函数, 使得多维空间的重叠范围缩小, 提高了判别效果。表 3 显示通过判别计算所建立的判别函数判别效果较单一指标有明显提高。所建立的 22 项判别函数包括了下肢骨各测量项目的多项不同组合, 可以用于破损情况下肢骨的性别鉴定。进一步结合表 2 可以看出下肢骨的性别鉴定价值依次为股骨、胫骨和腓骨。20 个判别率在 75% 以上的单一测量项目中, 股骨项目就有 13 个, 并且其中有 5 个项目判别率在 80% 以上。胫骨有 5 项, 其中有两项判别率在 80% 以上。而腓骨仅占有两项, 且判别率均在 80% 以下。

本文采用 Fisher 判别分析方法建立了 22 项单一肢骨性别判别函数, 使得性别判别率提高到 77.3—87.9%。尽管如此, 在实际应用中尚嫌不足。为此本文采用两两肢骨相加以综合更多的变量信息提高判别效果。但两根肢骨相加后, 变量数目大为增加, 如继续采用 Fisher 方法进行变量组合计算, 必然加大计算工作量并且也未必能建立最佳的变量组合。为解决这一问题, 本文采用逐步判别分析方法对数据进行处理, 利用逐步判别计算的功能, 根据判别能力大小依次选入重要变量进入判别函数并及时剔除由于新的变量进入而变得判别能力不显著的变量。这样就构成了较为理想的变量组合。从表 5 结果可以

看出采用逐步判别分析方法所建立的下肢骨性别判别函数判别效果大为提高。尤其是由股骨参与构成的两项判别函数判别率均在 90% 以上。

(1988 年 10 月 18 日收稿)

参 考 文 献

- 吴汝康、吴新智、张振标, 1984。人体测量方法。科学出版社。
- 邵象清, 1985。人体测量手册。上海辞书出版社。
- 郑靖中, 1987。西安地区现代人胫骨的人类学研究。人类学学报, **6**: 19—27。
- 郑靖中等, 1988。胫骨判定性别的逐步判别分析。人类学学报, **7**: 154—159。
- 韩彤学、姜兴杰, 1984。国人股骨的人类学测量。解剖学通报, **7** (增刊): 11。
- 埴原和郎, 1958。判别函数による日本人长骨の性别判定法。人類誌, **66**: 187—196。
- Black, T. K., 1978. A new method for assessing the sex of fragmentary skeletal remains: femoral shaft circumference. *Am. J. Phys. Anthrop.*, **48**: 227—232.
- DiBennardo, R. and J. V. Taylor, 1979. Sex assessment of the femur: a test of a new method. *Am. J. Phys. Anthrop.*, **50**: 635—638.
- DiBennardo, R. and J. V. Taylor, 1982. Classification and misclassification in sexing the black femur by discriminant function analysis. *Am. J. Phys. Anthrop.*, **58**: 145—151.
- Iscan, M. Y. and P. Miller-Shaivitz, 1984. Discriminant function sexing of the tibia. *J. Forem. Sci.*, **29**: 1089—1093.
- Maclaughlin, S. M. and M. F. Bruce, 1985. A simple univariate technique for determining sex from fragmentary femora: its application to a Scottish short cist population. *Am. J. Phys. Anthrop.*, **67**: 413—417.
- Nakahashi, T. and M. Nagai, 1986. Sex assessment of fragmentary skeletal remains. *J. Anthropol. Soc. Nippon*, **94**: 295—305.
- Pons, J., 1955. The sexual diagnoses of isolated bones of the skeleton. *Hum. Biol.*, **27**: 12—21.
- Steel, F. L. D., 1962. The sexing of long bones, with reference to the St Bride's series of identified skeletons. *Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*, **92**: 212—222.
- Taylor, J. V. and R. DiBennardo, 1982. Determination of sex of white femora by discriminant function analysis: forensic sciences application. *J. Foren. Sci.*, **27**: 417—423.

SEX DISCRIMINANT ANALYSIS OF LONG BONES OF LOWER LIMB

Liu Wu

(Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Academia Sinica)

Yang Maoyou Tai Fengjiu

(Department of Anatomy, Changchun College of Traditional Chinese Medicine)

Key words Bones of lower limb; Sex determination; Discriminant analysis

Abstract

37 measurements of bones of lower limb collected in Changchun of Northeastern China were taken. Statistical analysis shows that all measurements have significant sex differences. Good result can be obtained by using single measurement for sexing. Some measurements at both ends of limb bones have better value for sex determination than measurements of length. Several sex discriminant functions of bones of lower limb were established by means of Fisher's method and stepwise discriminant analysis. These discriminant functions can be used to sex Chinese bones of lower limb with highest discriminant rate 96.3%.