

基于 Logistic 回归对高校网球运动员指长比的研究

闫丽敏

(河南师范大学 体育学院,河南 新乡 453007)

摘要:食指和无名指指长之比($D_2 : D_4$)与人类运动能力等特性相关.探讨网球运动员与普通大学生的 $D_2 : D_4$ 比率差异.活体测量受试者的右手 $D_2 : D_4$.数据处理采用二分类 Logistic 回归模型和树模型.因变量为网球运动员组和普通大学生对照组,自变量为右手 $D_2 : D_4$ 和性别.结果显示:无论男生和女生,网球运动员的 $D_2 : D_4$ 明显低于普通大学生.

关键词:网球运动员;指长比;Logistic 回归

中图分类号:Q983

文献标志码:A

人类食指长度与无名指长度之比($D_2 : D_4$)是一种很容易在体外观察到的生物学表型^[1].不同种族、不同地区和不同国家的指长比研究结果表明,男性通常表现出较低的 $D_2 : D_4$ ^[2-3]. $D_2 : D_4$ 受到遗传基因的调控,与产前妊娠期的子宫内睾酮水平呈负相关^[4]. $D_2 : D_4$ 已被证明与形态、生理、心理和行为特征以及各种疾病和健康状况等相关^[5-6].

研究表明人类的 $D_2 : D_4$ 与运动能力关系密切.男性和女性运动员的 $D_2 : D_4$ 明显低于对照组,尽管有两项研究表明运动员和非运动员之间 $D_2 : D_4$ 没有差异^[7-8].MOFFIT 等^[7]观察了几个运动项目的运动员的 $D_2 : D_4$,确定运动员和非运动员之间没有显著差异.不同性别和侧别之间 $D_2 : D_4$ 也表现一定的差异.HSU 等^[9]对台湾高校网球运动员与非网球运动员的 $D_2 : D_4$ 进行对照研究.结果显示:无论男生和女生,大学生网球运动员的 $D_2 : D_4$ 平均值低于非网球运动员;男性的 $D_2 : D_4$ 平均值低于女性.

探讨不同因素对网球运动员 $D_2 : D_4$ 的影响;通过二元 Logistic 回归分析探讨影响网球运动员 $D_2 : D_4$ 的因素.本研究的意义在于进一步了解国内网球运动员的 $D_2 : D_4$ 特征,为教练员评估运动员的运动能力和选择优秀网球运动员时提供参考.

1 研究材料和方法

研究时间:2021 年 5 月至 2022 年 5 月.

研究对象:1)项目分组:分为网球组和对照组.网球组主要来自河南省体工大队专业网球运动员、郑州工商学院优秀网球运动员、河南师范大学优秀网球运动员.网球运动员组的入组条件有 2 个,一是在省级以上网球比赛中取得前 5 名的优秀网球运动员,二是取得健将级、一级和二级运动员级别证书的网球运动员.网球运动员组 48 人(男 30 人,女 18 人),年龄不限.对照组为随机抽取的河南省郑州某高校在校大学生 336 人,年龄范围是 21~24 岁.2)性别分组:分为男生组和女生组(男 114 人,女 222 人).测试原则:知情、同意、自愿.对不符合测试条件和不愿意接受测试的受试者被排除在外.测试要求:身体发育正常,手指解剖形态发育良好、双侧对称、无左利手,无明显医学疾患和变形等,均为汉族.伦理原则:数据收集过程符合 2013 年《赫尔辛基宣言》条例.

测量方法:采用人类体质学活体测量法.测量仪器为国际标准电子数显卡尺,分辨率为 0.01 mm.测量过程

收稿日期:2022-09-22;修回日期:2023-01-31.

基金项目:国家社科基金(21BTY102);河南省教育科学规划项目(2022YB0068).

作者简介(通信作者):闫丽敏(1978-),女,河南新乡人,河南师范大学副教授,研究方向为体育教育训练学,E-mail: yangwr729@126.com.

由专业技术人员独立完成,选择右侧手指进行测量,计算 $D_2 : D_4$ [10].

质量控制:数据分析之前进行变量测量的质量控制.需要对测量数据进行检验,看是否符合测量误差的要求.本文通过测量的技术误差(e_{TEM})等来测试测量误差. $e_{TEM} = \sqrt{(\sum_i D_i^2)/2N}$,式中, D 是两次测量值的差, N 是被测量的个体数量.本研究测试结果表示测量一致性良好(这里没有列出测试结果),符合统计学基本要求.

统计处理:数据处理采用 SPSS 26.0 统计软件,Logistic 回归分析.二元 Logistic 回归的自变量为性别和 $D_2 : D_4$,因变量是项目分组. Logistic 回归模型为 $P = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_{p_1})}{1 + \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_p x_{p_1})}$.

2 研究结果

2.1 $D_2 : D_4$ 描述性统计

单因素方差分析结果显示:项目组间右手 $D_2 : D_4$ 差异显著($F(1,382) = 14.766, P < 0.001$),网球运动员比普通大学生组具有较低的 $D_2 : D_4$;性别组间右手 $D_2 : D_4$ 差异显著($F(1,382) = 7.649, P = 0.006$),男生组比女生组具有更低 $D_2 : D_4$,见表 1 和图 1.

表 1 不同分组 $D_2 : D_4$ 描述性统计和方差分析

Tab. 1 The $2D : 4D$ descriptive statistics and ANOVA in different groups

标签	编码	均值	标准误差	N	F	显著性
网球组	2	0.966 6	0.003 6	48	14.766	0.000
对照组	1	0.980 2	0.001 2	336		
男生	1	0.974 3	0.002 0	144	7.649	0.006
女生	2	0.981 1	0.001 5	240		

2.2 Logistic 回归

SPSS 给 Logistic 回归模型提供了 3 种检验方法,在模型分析中都十分重要,这里的模型比较简单,未涉及变量的筛选问题,模型中同时引入全部自变量,3 个模型的检验结果是等价的. $\chi^2 = 40.028, df = 2, P = 0.000$,表示 Logistic 回归模型中至少有一个自变量是有统计学意义($P < 0.001$,见表 2).

表 2 结果显示两个自变量对因变量都有影响($P < 0.05$).这里自变量是性别和 $D_2 : D_4$,因变量是项目分组最终给出回归方程

$$P_{网} = \frac{\exp(19.918 - 0.467 \times \text{性别} - 22.376 \times (D_2 : D_4))}{1 + (19.918 - 0.467 \times \text{性别} - 22.376 \times (D_2 : D_4))}$$

2.3 树模型自变量间交互作用

自变量之间的交互作用可以反映非常重要的专业信息,SPSS 的一般线性模型为自变量间的交互作用提供了经典建模方法.树模型的发展为自变量间交互作用的发现提供了一种有效工具.结果显示:根据自变量对因变量的贡献大小,按照 $D_2 : D_4$ 是否大于 0.930 拆分为节点 1 和节点 2.节点 1 为 $D_2 : D_4$ 较低分组,该组中有 5 个个体,其中 80% 为网球运动员,结果提示网球运动员可能具有较低的 $D_2 : D_4$,节点 1 因为样

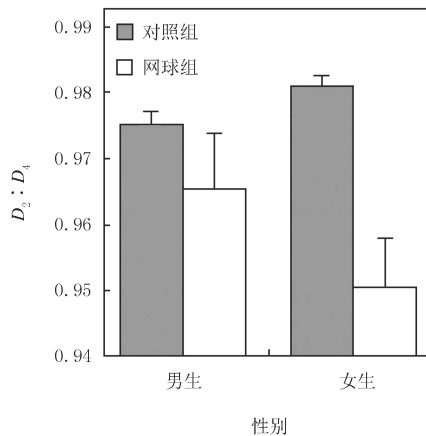


图1 不同分组 $D_2 : D_4$ 均值比较

Fig. 1 The $D_2 : D_4$ for comparisons of the mean values in different groups

本量太少不能继续拆分;节点 2 为 $D_2 : D_4$ 较高的分组.该组共有 379 个个体,其中网球运动员占比为 11.6%,普通大学生占比为 88.4%,结果提示普通大学生可能具有较高的 $D_2 : D_4$.由于该组样本较大,判错率较高,可以进行第二次拆分.根据自变量性别拆分得到节点 3 和节点 4,见图 2.节点 3 为男生.该组共有 141 个个体,其中网球运动员占比为 19.1%,普通大学生占比为 80.9%.节点 4 为女生.该组共有 238 个个体,其中网球运动员占比为 7.1%,普通大学生占比为 92.9%.结果提示用性别去解释因变量,男生比女生要好一些.表 3 是按照树模型进行的预测,结果显示:依据两个自变量对因变量预测正确比例为 88.3%,在可以接受的范围之内.同时显示两个自变量之间不存在明显的交互作用.

表 2 二元 Logistic 模型分析的结果

Tab. 2 The results of the binary logistic regression analyses

变量	B	SE	Wals	df	P	exp(B)
性别	-0.467	0.206	5.104	1	0.024	0.627
$D_2 : D_4$	-22.376	4.421	25.619	1	0.000	0.000
常数	19.918	4.256	121.901	1	0.000	446 764 484

表 3 预测分类

Tab. 3 Prediction of classification

已观测	预测为网球组	预测为对照组	正确比例
网球组	4	44	8.3%
对照组	1	335	99.7%

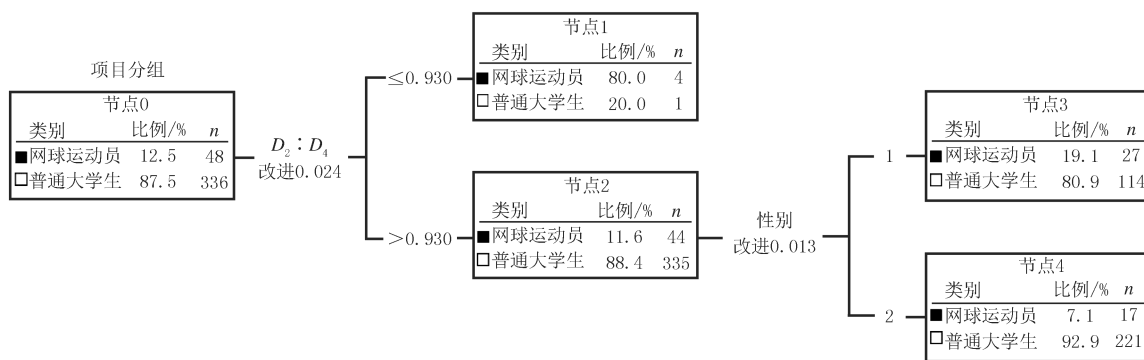


图2 分类树结构

Fig.2 Classification tree structure

3 研究讨论

本研究结果显示网球运动员的 $D_2 : D_4$ 明显低于非网球运动员.整体上男生比女生有更低的 $D_2 : D_4$,与以前的资料基本一致^[9,13].这是因为运动能力与 $D_2 : D_4$ 呈负相关^[5,7].本文与 HSU 的结果^[9]结果是一致的.有数据表明,较低的 $D_2 : D_4$ 与网球成绩呈正相关.这种关系可能是由于产前高水平的睾酮对耐力和视觉空间能力的影响^[11].女运动员在她们出生前可能暴露在高浓度的雄性激素下.这些雄性激素来源于她们母亲的分泌;或是暴露在胎盘分泌减少造成的低浓度的雌激素下,这些性激素浓度的波动决定了胎儿期的指长比^[14].而这种胎儿期的形成的指长比会在出生后稳定不变,可以带来一些有效的信息.

这里之所以采用二元逻辑回归分析是由于对数据要求比多元回归分析要宽松一些.自变量可以是连续变量或者是分类变量,不要求数据是正态分布,对一些相关性较高的变量敏感性较低和一些奇异值的容受性较高.

不同的测量方法会对 $D_2 : D_4$ 结果产生较大的影响.目前最常使用的方法主要有 3 种,直接测量法、

X-射线法和照片测量法.MANNING 等^[3]研究证明,X-射线法的 $D_2 : D_4$ 值低于照片测量,另外依据 X-射线法结果显示性差较小.本文采用活体直接测量,优点是测试技术简单、经过简单的培训就可以掌握,缺点是可能与其他作者的测量标准有一定的误差.近些年由于大数据和统计软件的广泛应用,导致研究方法越来越宽泛,测量结果越来越准确^[15-16].SHIRLEY 等^[17]采用 Logistic 回归模型研究了人类 $D_2 : D_4$ 的性别差异.

4 结论与展望

无论男性还是女性,网球运动员比普通大学生有更低的 $D_2 : D_4$. $D_2 : D_4$ 基本上是稳定不变的.结果提示评估网球运动员的能力和水平时,可以使用右手 $D_2 : D_4$ 作为一个参考^[1].

由于本研究在抽样和区域上存在局限性.理论上网球运动员的运动级别和运动能力是不同的,这些差异会体现在 $D_2 : D_4$ 上.由于样本容量偏小,没有进一步分组;样本数据仅限于河南省网球运动员.多因素方差分析扩展了指长比的研究视野.估价运动员的运动水平和能力不可能只局限于 $D_2 : D_4$ 上,其它指长比组合可能也有一定的参考价值.

参 考 文 献

- [1] MANNING J T, SCUTT D, WILSON J, et al. The ratio of 2nd to 4th digit length: a predictor of sperm numbers and concentrations of testosterone, luteinizing hormone and oestrogen[J]. *Human Reproduction*, 1998, 13(11): 3000-3004.
- [2] BUTOVSKAYA M, BURKOVA V, APALKOVA Y, et al. Sex, population origin, age and average digit length as predictors of digit ratio in three large world populations[J]. *Scientific Reports*, 2021, 11: 8157.
- [3] MANNING J T, CHURCHILL A J G, PETERS M. The effects of sex, ethnicity, and sexual orientation on self-measured digit ratio (2D:4D)[J]. *Archives of Sexual Behavior*, 2007, 36(2): 223-233.
- [4] BUTOVSKAYA M, FEDENOK J, BURKOVA V, et al. Sex differences in 2D:4D and aggression in children and adolescents from five regions of Russia[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 2013, 152(1): 130-139.
- [5] MANNING J T, HILL M R. Digit ratio (2D:4D) and sprinting speed in boys[J]. *American Journal of Human Biology*, 2009, 21(2): 210-213.
- [6] LATOURELLE S M, ELWESS N L, ELWESS J M. Finger forecasting: a pointer to athletic prowess in women: a preliminary investigation by an undergraduate biology class[J]. *The American Biology Teacher*, 2008, 70(7): 411-414.
- [7] MOFFIT D M, SWANIK C B. The association between athleticism, prenatal testosterone, and finger length[J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2011, 25(4): 1085-1088.
- [8] DENNIS PH D, et al. A reanalysis of five studies on sexual orientation and the relative length of the 2nd and 4th fingers (the 2D:4D ratio) [J]. *Archives of Sexual Behavior*, 2005, 34(3): 341-356.
- [9] HSU C C, SU B, KAN N W, et al. Elite collegiate tennis athletes have lower 2D[J]. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2015, 29(3): 822-825.
- [10] KRISHAN K, KANCHAN T, ASHA N. Estimation of stature from index and ring finger length in a North Indian adolescent population [J]. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, 2012, 19(5): 285-290.
- [11] GOTO R, NICHOLAS MASCIE-TAYLOR C G. Precision of measurement as a component of human variation [J]. *Journal of Physiological Anthropology*, 2007, 26(2): 253-256.
- [12] PAUL S N, KATO B S, HUNKIN J L, et al. The Big Finger: the second to fourth digit ratio is a predictor of sporting ability in women[J]. *British Journal of Sports Medicine*, 2006, 40(12): 981-983.
- [13] 赵晓进, 鹿雪涵, 周帅. 网球运动员指长比 (2D:4D) 特征分析[J]. *网球天地*, 2022(7): 82-84.
ZHAO X J, LU X H, ZHOU S. Analysis on the characteristics of finger length ratio (2D:4D) of tennis players[J]. *Tennis World*, 2022(7): 82-84.
- [14] WILLIAMS T J, PEPITONE M E, CHRISTENSEN S E, et al. Finger-length ratios and sexual orientation[J]. *Nature*, 2000, 404(6777): 455-456.
- [15] 张战毅. 我国 U15 女子篮球运动员的体能特征研究[J]. *河南师范大学学报(自然科学版)*, 2022, 50(6): 138-144.
ZHANG Z Y. Physical fitness characteristics of Chinese U15 women basketball athletes[J]. *Journal of Henan Normal University (Natural Science Edition)*, 2022, 50(6): 138-144.
- [16] 刘国立, 李杰, 马世坤, 等. 不同运动等级散打运动员鞭腿技术的运动学特征分析[J]. *河南师范大学学报(自然科学版)*, 2022, 50(3): 150-156.
LIU G L, LI J, MA S K, et al. Analysis of kinematic characteristics of whipping technique in Sanda athletes with different sports levels[J].

Journal of Henan Normal University(Natural Science Edition),2022,50(3):150-156.

- [17] SHIRLEY H F, SYAHIIRAH A A, MAWARNI H, et al. 2D:4D ratio and autism spectrum disorder in brunei darussalam[J]. Journal of Autism and Developmental Disorders, 2021, 51: 4577-4586.

Study on finger length ratio of tennis players based on binary Logistic regression

Yan Limin

(Department of Physical Education, Henan Normal University, Xinxiang 453007, China)

Abstract: The second to fourth finger length ratio ($D_2 : D_4$) is thought to be related to diverse traits including athletic ability. To examine the relationship between $D_2 : D_4$ and sports ability in tennis players and college students, the length of the right hand fingers were measured in vivo to estimate $D_2 : D_4$. Tennis players and ordinary college students were used as the independent variable, and right-hand $D_2 : D_4$ ratios and gender were used as the dependent variable. All the statistics were computed with binary logistic regression model and tree model. Results showed that the $D_2 : D_4$ of tennis players were significantly lower than those of ordinary college students.

Keywords: tennis player; finger length ratio; Logistic regression

[责任编辑 杨浦 刘洋]

(上接第 99 页)

- [19] DILLIBABU M, KUMARI S, SARANYA T, et al. Assured protection & veracity for cloud data using merkle hash tree algorithm[J]. Indian Journal of Applied Research, 2011, 3(3): 124-126.
- [20] YU M C, SAHRAEI S, LI S Z, et al. Coded merkle tree: solving data availability attacks in blockchains[C]//BONNEAU J, HENINGER N. International Conference on Financial Cryptography and Data Security. Cham: Springer, 2020: 114-134.
- [21] 袁勇, 王飞跃. 区块链技术发展现状与展望[J]. 自动化学报, 2016, 42(4): 481-494.
- YUAN Y, WANG F Y. Blockchain: the state of the art and future trends[J]. Acta Automatica Sinica, 2016, 42(4): 481-494.
- [22] 刘明达, 陈左宁, 拾以娟, 等. 区块链在数据安全领域的研究进展[J]. 计算机学报, 2021, 44(1): 1-27.
- LIU M D, CHEN Z N, SHI Y J, et al. Research progress of blockchain in data security[J]. Chinese Journal of Computers, 2021, 44(1): 1-27.

A blockchain based integrity monitoring method for cloud images

Ma Wei¹, Cao Liuyang², Jian Pengpeng¹

(1. School of Information Engineering, North China University of Water Resources and Electric Power, Zhengzhou 450046, China;

2. School of Artificial Intelligence, Chongqing University of Technology, Chongqing 401135, China)

Abstract: Aiming at the problem of the image files being tampered with in cloud environment, an integrity monitoring method based on blockchain technology for cloud images is proposed. Firstly, hash values of all cloud images are calculated periodically and recorded in a Merkle Tree data structure. Next, the Merkle Tree is packed in a block and then a blockchain would be constructed. And finally, the root node of Merkle Tree in the current block is verified periodically to implement the overall verification for the integrity of all cloud images, and the tampered image file would be located when tampering attack is detected. According to experiments, the method proposed in this paper outperforms former methods for about 3%, and the theoretical analysis indicate that the method in this paper is secure, traceable, and expandable.

Keywords: cloud computing; integrity monitoring; blockchain

[责任编辑 陈留院 赵晓华]