

定量差异及其在体育科学中的应用

刘承宜¹, 胡少娟¹, 李晓云¹, 魏华江^{1, 2}, 陈同生^{1, 2}, 杨湘波^{2, 3},
李方晖⁴, 刘延莹^{1, 4}, 李末月¹, 王娜¹

(1.华南师范大学 体育科学学院 激光运动医学实验室, 广东 广州 510006; 2.华南师范大学
生物光子研究院 激光生命科学研究所和激光生命科学教育部重点实验室, 广东 广州 510631;
3 华南师范大学 信息光电子科技学院, 广东 广州 510006; 4.肇庆学院 体育与健康学院, 广东 肇庆 526061)

摘 要: 统计方法可以告知两组数据的定性差异, 而无法得出它们的定量差异。通过改进 Fibonacci 数列及其黄金分割常数 $\tau=(\sqrt{5}-1)/2\approx 0.618$ 来度量差异。对于任何两个数的绝对值 x 和 $y(x<y)$, l 级定量差异定义为 $l=|\log_x(x<y)|$ 。对于年龄, $l<0.22$ 、 $0.22\leq l<0.44$ 、 $0.44\leq l<1.00$ 和 $l\geq 1.00$ 分别表示完全没有定量差异、稍许定量差异、显著定量差异和极显著定量差异。对于关键非必需功能、器官和整体层次 $l<0.27$ 、 $0.27\leq l<0.47$ 、 $0.47\leq l<0.80$ 与 $l\geq 0.80$ 和分子细胞层次 $l<0.47$ 、 $0.47\leq l<0.80$ 、 $0.80\leq l<1.27$ 与 $l\geq 1.27$ 分别表示完全没有定量差异、稍许定量差异、显著定量差异和极显著定量差异。讨论了定量差异在运动寿命、寿命和运动效应研究方面的初步应用。

关 键 词: 定量差异; Fibonacci 数列; 黄金分割; 运动寿命; 耐力运动; 力量运动

中图分类号: G80 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-7116(2016)01-0011-07

Quantitative difference and its application in sports science

LIU Cheng-yi¹, HU Shao-juan¹, LI Xiao-yun¹, WEI Hua-jiang^{1, 2}, CHEN Tong-sheng^{1, 2},
YANG Xiang-bo^{2, 3}, LI Fan-hui⁴, LIU Yan-ying^{1, 4}, LI Mo-yue¹, WANG Na¹

(1.Laboratory of Laser Sports Medicine, College of Physical Education and Sports Science, South China Normal University, Guangzhou 510006, China; 2.MOE Key Laboratory of Laser Life Science and Institute of Laser Life Science, College of Biophotonics, South China Normal University, Guangzhou 510631, China; 3.School of Information and Optoelectronic Science and Engineering, South China Normal University, Guangzhou 510006, China;
4.College of Physical Education and Health, Zhaoqing Institute, Zhaoqing 526061, China)

Abstract: Statistical methods can tell qualitative differences between two sets of data, but cannot tell their quantitative differences. The authors measured differences by improving the Fibonacci sequence and its golden section constant $\tau=(\sqrt{5}-1)/2\approx 0.618$. As for x and $y(x<y)$, the absolute values of any two numbers, their level l difference is defined as $l=|\log_x(x<y)|$. As for ages, $l<0.22$, $0.22\leq l<0.44$, $0.44\leq l<1.00$ and $l\geq 1.00$ indicate no quantitative difference at all, slight quantitative difference, significant quantitative difference and extremely significant quantitative difference respectively. As for critical unnecessary functions, organs and overall levels, $l<0.27$, $0.27\leq l<0.47$, $0.47\leq l<0.80$ and $l\geq 0.80$ and molecular cell levels $l<0.47$, $0.47\leq l<0.80$, $0.80\leq l<1.27$ and $l\geq 1.27$ indicate no quantitative difference at all, slight quantitative difference, significant quantitative difference and extremely significant quantitative difference respectively. The authors discussed the initial application of quantitative difference in researches on sports life span, life span and sports effect.

Key words: quantitative difference; Fibonacci sequence; golden section; sports life span; endurance exercise; strength exercise

收稿日期: 2015-06-08

基金项目: 国家自然科学基金项目(61575065); 高等学校博士学科点专项科研基金(博导类)(20124407110013); 广东省科技计划项目(社会发展)(2012B031600004)。

作者简介: 刘承宜(1963-), 男, 教授, 博士研究生导师, 研究方向: 内稳态理论与光生物调节作用。E-mail: liutcy@scnu.edu.cn

零假设统计检验(Null Hypothesis Statistical Testing, NHST)主要用于研究数据组之间的定性差异,但无法告知差异的定量大小。NHST 是现代科学研究的基石,但受到了质疑^[1-2]。主流意见维护 NHST,认为现有统计方法需要得到更加严谨的执行^[3-6]。部分意见认为是统计方法本身的问题^[2],《Basic and Applied Social Psychology》杂志从 2015 年第 1 期开始已经不再发表依靠 NHST 获得结论的论文了。本研究支持主流意见,试图通过引入黄金分割常数将差异定量化解解决统计方法的局限,并讨论它在体育科学中的初步应用。差异的定量化对于体育科学的定量化具有非常重要的意义,相信本研究可以起到抛砖引玉的作用。

1 数据分布模型

为了将数据组之间的差异定量化,首先应该找到一个恰当的数据组模型。数据组在数学上可以表示为一个数列。一个特殊的古印度数列被意大利僧侣 Leonardo Pisano Bogollo (1170—1250 年)在 1202 年再次发现,并以他的绰号 Fibonacci 命名。Fibonacci 数列相邻两个数比值的极限就是著名的黄金分割常数 $\tau = (\sqrt{5} - 1)/2 \approx 0.618$ 。Fibonacci 数列和黄金分割常数曾经非常流行,人们不得不将用于计数的繁复的罗马数字改写成阿拉伯数字。Fibonacci 数列或黄金分割常数不仅揭示了植物的形态规律^[7-9]、人体结构与功能的规律^[10]、凝聚态物质的结构规律^[8]和两酶系统的最佳代谢^[11],而且还用于决定肿瘤化疗药物临床试验的剂量梯度^[12]。本研究在改进 Fibonacci 数列的基础上提出了一个数据组模型。

0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, 987, 1 597, 2 584, 4 181, 6 765, 10 946, 17 711, 28 657, 46 368, 75 025, 12 1393, 196 418, 317 811, ...就是 Fibonacci 数列,第 3 项以后任意一项是前面两项之和,相邻两项小数与大数比值的极限就是著名的黄金分割常数。它的第 n 项可以

表示为

$$x_n = \frac{1 - (\tau - 1)^{n-1}}{\sqrt{5}\tau^{n-1}} \quad (1)$$

式中 τ 必须取准确值才能复制 Fibonacci 数列。相邻两项的比值可以表示为

$$\frac{x_{n-1}}{x_n} = \frac{\tau[1 - (\tau - 1)^{n-2}]}{1 - (\tau - 1)^{n-1}} \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \tau \quad (2)$$

因此,当 n 足够大的时候,可以从 Fibonacci 数列中选出相邻 m 个数,其分布可以表示为

$$1, \tau, \tau^2, \dots, \tau^l, \dots, \tau^{m-1} \quad (3)$$

这是一个等比分布,其相对增幅为 τ ,当然也可以计算变异系数(coefficient of variation, CV)。实际上 Fibonacci 数列的相邻 m 个数也可以计算相对增幅和 CV,容易证明它们的极限就是数据组(3)的相对增幅和 CV。

从实验的角度来看,数据分布(3)代表了一种在自然界普遍存在的分布系列。为了研究更加广泛的分布系列,可以将式(1)改进为

$$x_n = \left[\frac{1 - (\tau - 1)^{n-1}}{\sqrt{5}\tau^{n-1}} \right]^l \quad (4)$$

其中 l 可以为任何正实数,相应的数列称为 l 级 Fibonacci 数列。显然 1 级 Fibonacci 数列就是原来的 Fibonacci 数列本身。容易证明与分布(3)对应的 l 级 Fibonacci 数列的等比数据组为

$$1, \alpha(l), \alpha^2(l), \dots, \alpha^i(l), \dots, \alpha^{m-1}(l), \alpha(l) = \tau^l \quad (5)$$

其相对增幅为

$$\delta(l) = \alpha^{-1}(l) - 1 \quad (6)$$

m 个数的 CV 可以表示为 $CV(m, l)$ 。容易计算 l 级 Fibonacci 数列相对增幅和相邻 m 个数的 CV 的极限分别为 $\delta(l)$ 和 $CV(m, l)$ 。表 1 列出了部分分数 l 的 $\delta(l)$ 和 $CV(m, l)$ 的部分数值。可以看出, l 值越小,相邻数据的比值 $\alpha(l)$ 越大,相对增幅和 CV 越小。

表 1 改进 Fibonacci 数列的相对增幅和变异系数的极限值

l	1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10
$\alpha(l)$	0.618	0.786	0.852	0.887	0.908	0.923	0.934	0.942	0.948	0.953
$\delta(l)$	0.618	0.272	0.174	0.128	0.101	0.084	0.071	0.062	0.055	0.049
$CV(3, l)$	0.468	0.239	0.160	0.120	0.096	0.080	0.069	0.060	0.053	0.048

可以看出等比数据分布(3)或(5)的数据点之间的差异是由 τ 和 l 决定的。根据式(5)

$$l = \log_{\tau} \alpha = \lg \alpha / \lg \tau \quad (7)$$

对于任何两个数的绝对值 x 和 y , 它们之间的相对差

异可以用 l 来度量,称为 l 级定量差异:

$$l = |\log(x/y)| = |\lg(x/y) / \lg \tau| \quad (8)$$

从表 1 可以看出, l 越小,两个数据的差异越小。

2 定量差异在体育科学中的应用

2.1 寿命的定量差异

图 1 表示运动员的生命曲线^[13-14]。横坐标是年龄, 纵坐标是表征运动能力的功适能。图 1 中 β 、 h_0 和 y_0 分别为运动员首次获奖的年龄、运动成绩最佳年龄和退役年龄。基于 Liu 等^[14]提出的寿命公式, 李末月^[13]发现退役年龄可以用如下公式计算

$$y_0 = 2h_0 - \beta \quad (9)$$

为了描述一个完整的过程, 年龄的计算应该从受精卵开始。十月怀胎可以相当于一岁, 因此通常的年龄应该加 1。李末月^[13]的研究发现, $\beta+1$ 与 y_0+1 的定量差异刚好为 1.00。

$$\frac{\beta+1}{y_0+1} = \tau \quad (10)$$

根据式(9)和式(10)两式可得式(11)。因此, h_0+1 与 y_0+1 和 $\beta+1$ 的定量差异分别为 0.56 和 0.44。

$$\frac{y_0+1}{h_0+1} = 2\tau, \quad \frac{\beta+1}{h_0+1} = 2\tau^2 \quad (11)$$

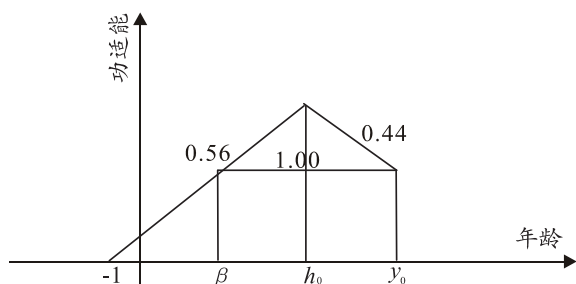


图 1 运动员的职业曲线与定量差异

GBD2013^[15]报道, 年龄在 30~39 岁的男性、年龄在 30~34 岁的女性和超过 80 岁的男性和女性在 1990—2013 年期间死亡率下降幅度最小。这说明, 这几个年龄段的人抗干扰能力最强。31 与 81 的定量差异刚好为 2.00。基于李末月^[13]的研究, 可以将职员的寿命曲线表示为图 2, 横坐标仍然为年龄, 纵坐标为职员的功适能, β 、 h 、 y_0 和 y 分别为职员职业生涯开始的年龄、职业生涯的最佳年龄、退休年龄和寿命

$$y_0 = 2h - \beta; y = 2h + 1 \quad (12)$$

假定式(10)仍然成立。根据式(10)和式(12)两式可得式(13)。因此, $\beta+1$ 与 $y+1$ 的定量差异刚好为 2。在 GBD2013^[15]的报道中, 30 岁可以理解为一部分人的职业生涯的开始, 80 岁可以理解为此部分人的寿命。31 与 81 的定量差异刚好与职业生涯开始的年龄与寿命的定量差异。

$$\frac{y_0+1}{h+1} = 2\tau, \quad \frac{\beta+1}{h+1} = 2\tau^2, \quad \frac{y_0+1}{y+1} = \tau, \quad \frac{\beta+1}{y+1} = \tau^2 \quad (13)$$

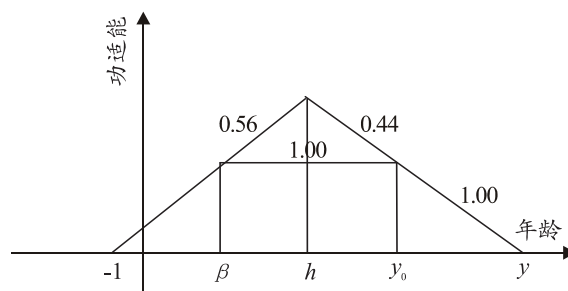


图 2 职员的寿命曲线与定量差异

根据图 1 和图 2, 年龄改变的定量差异只有达到 0.44 的量级才能对生命产生显著性的影响。参考这两个图, 将 $l < 0.22$ 、 $0.22 \leq l < 0.44$ 、 $0.44 \leq l < 1.00$ 和 $l \geq 1.00$ 分别定义为完全没有定量差异、稍许定量差异、显著定量差异和非常显著定量差异。按照这个定义, 与 120 岁寿命完全没有定量差异、稍许定量差异、显著定量差异和非常显著定量差异的年龄分别为 $y > 108$ 岁、 97 岁 $< y < 108$ 岁、 74 岁 $< y < 97$ 岁、 $y < 74$ 岁。Chen Y 等^[16]所发现的淮南北因为雾霾引起的预期寿命差异为 5.52 岁, 虽然有显著性统计差异, 但定量差异只有 0.153, 属于完全没有定量年龄差异。Sarna 等^[17]发现芬兰耐力运动(75.6 岁)、团体比赛(73.9 岁)和力量运动(71.5 岁)的运动员的寿命显著长于普通人(69.9 岁), 但他们之间完全没有年龄定量差异。

2.2 关键非必需功能的定量差异

人体内部的大量功能构成一个无标度网络^[18-19]。根据对死亡风险的影响, 可以将人体功能分为必需功能、关键非必需功能和普通非必需功能^[19-20]。必需功能的变化会显著影响健康机体的死亡风险; 关键非必需功能在一定范围内不影响健康机体的死亡风险, 但显著影响不健康机体的死亡风险; 普通非必需功能在一定范围内不影响机体的死亡风险。利用定量差异可以确定关键非必需功能影响机体死亡风险的数量级范围。血糖所影响的功能属于机体的关键非必需功能。Krinsley 等^[21]的国际队列研究发现, 重症监护室患者的平均血糖 CV 越大, 死亡率越高。Lin CC 等^[22]对台湾糖化血红蛋白小于 7% 的居民的空腹血糖进行了大样本队列研究。他们的 CV 是 n 次测量的实际 CV 乘以 $[(n-1)/n]^{1/2}$ 来折算的, 为了讨论方便, 将其称为约化 CV。以约化 CV 小于 0.105 的居民的缺血性中风风险为对照组。他们发现, 约化 CV 在 0.105~0.184 之间的居民与对照组没有显著性统计差异(缺血性中风风险与对照组的定量差异为 0.217), 约化 CV 在 0.184~0.301 之间的居民与对照组有显著性统计差异(定量差异为 0.669), 约化 CV 在 0.301 以上的居民与对照组有极显

著性统计差异(定量差异为 0.990)。用数据分布(5)来进行模拟,可以发现与 Lin CC 等^[22]的 0.105、0.184 和 0.301 三个约化 CV 对应的定量差异分别为 0.27、0.47 和 0.80,相应的 CV(3, I)分别为 0.130、0.225 和 0.378,后两个 CV(3, I)与 Krinsley 等^[21]用 0.20 和 0.40 来分区比较接近。根据 Lin CC 等^[22]的队列研究,可以将 $I < 0.27$ 、 $0.27 \leq I < 0.47$ 、 $0.47 \leq I < 0.80$ 和 $I \geq 0.80$ 分别定义为完全没有定量差异、稍许定量差异、显著性定量差异和非常显著性定量差异。值得指出的是,当空腹血糖与对照组的定量差异为 $0.47 \leq I < 0.80$ 和 $I \geq 0.80$ 的时候,相应的缺血性中风风险与对照组的定量差异(0.669 和 0.990)也在相应的范围之中,即空腹血糖的定量差异与缺血性中风风险的定量差异属于同样的量级。还需要指出的是,关键非必需功能的定量差异量级与 2.1 节得到的年龄的定量差异量级是相当的,它们支持定量差异量级范围的合理性。

2.3 运动效应的定量差异

机体运动可以对整体、组织和细胞分子产生大量的效应^[23],它们在运动组和对照组之间定性上都存在统计差异,但这种差异在定量上是不同的。定量差异越大,受运动的影响越大。通过计算定量差异,可以发现运动效应所影响的特异性靶点。

1) 耐力训练效应的定量差异。

分析定量差异可以找出耐力训练效应的特异性靶点。刘延莹^[24]研究了增龄大鼠 8 周低负荷中等强度耐力训练(简称运动)、弱激光或弱激光照射后再运动(简称激光运动)3 种处理在整体、组织和细胞分子层次上对大鼠的影响。3 种处理的体重与对照组的定量差异最高的为 0.077(运动处理),既没有统计差异,也没有定量差异。3 种处理的腓肠肌重量或腓肠肌指数与对照组的定量差异介于 0.27 和 0.80 之间。运动或弱激光的单独处理虽然可以引起统计上的显著性改善,但定量差异小于 0.47;激光运动引起的定量差异(0.66)达到显著性定量差异的要求,说明弱激光预照射可以增强运动效应。这个结果与弱激光预照射对运动成绩的提高和阳光效应对运动成绩的提高^[19]是一致的。3 种处理对凋亡的抑制体现在 caspase-3 的表达上,定量差异分别为 1.44(运动)、2.57(弱激光)和 1.71(激光运动)。3 种处理对细胞功适能的提升影响主要体现在线粒体上,分别促进了过氧化物酶体增殖物激活受体 γ 共激活因子 1 α (peroxisome proliferator activated receptor- γ coactivator-1 α , PGC-1 α) 及其下游核呼吸因子 1 (nuclear respiratory factor 1, NRF-1) 和线粒体转录因子 A (mitochondrial transcription factor A, TFAM) 的表达,其中对 PGC-1 α 和 TFAM 表达的促进最小为 1.481(弱激

光对 PGC-1 α 表达的促进),但对 NRF-1 的促进分别为 2.413(运动)、1.228(弱激光)和 0.884(激光运动)。3 种处理对胰岛素类生长因子 1 (insulin-like growth factor 1, IGF-1) 表达的作用就弱多了,运动(0.705)或弱激光(0.574)的单独处理与对照组的定量差异小于 0.80,激光运动处理与对照组的定量差异为 1.270。干预引起的骨骼肌的定量差异与细胞分子水平的定量差异等级应该是一致的,分子细胞水平的定量差异等级应该有所修正。IGF-1 通路属于力量训练激活的通路,可以引起骨骼肌质量的增加^[25]。单独运动或弱激光对腓肠肌的改变没有达到显著性定量差异,它们各自对 IGF-1 表达的促进也应该没有达到显著性定量差异。为了与组织层次的定量差异等级相匹配,分子细胞层次的定量差异等级应该修改为:显著性定量差异: $0.80 < I < 1.270$;非常显著性定量差异 $I \geq 1.270$ 。这里的运动属于耐力训练,运动组对 PGC-1 α 及其下游 NRF-1 和 TFAM 的表达的促进都达到非常显著性定量差异,所发现的机制与耐力运动激活 PGC-1 α 通路的共识^[25]是一致的,引起线粒体数目的增加。弱激光组和激光运动组对 PGC-1 α 和 TFAM 的表达的促进都达到非常显著性定量差异,但对 NRF-1 的表达的促进只达到显著性定量差异,其机制有待进一步研究。

2) 力量训练效应的定量差异。

分析定量差异可以发现力量训练效应的特异性靶点。PGC-1 α 表达的一种剪接可以得到 PGC-1 $\alpha 4$,但两者功能完全不同,前者引起线粒体增殖^[25],后者通过 G 蛋白耦合受体 56 (G protein-coupled receptor 56, GPR56) 和 IGF-1 引起骨骼肌质量增加^[26]。White 等^[26]研究了受试者 12 周训练对骨骼肌的影响。他们发现,耐力训练对 PGC-1 $\alpha 4$ 和 IGF-1 两者的表达没有统计性影响,与对照组的定量差异分别为 0.62 和 0.70,与没有显著性分子层次定量效应的要求一致;力量训练对 PGC-1 $\alpha 4$ 的表达有统计性影响,但对 IGF-1 仍然没有统计性影响,它们与对照组的定量差异分别为 1.43 和 1.46,应该具有细胞层次的非常显著性定量差异;耐力训练和力量训练对 GPR56 表达都有统计性影响,它与对照组的定量差异分别为 0.95 和 2.06。White 等^[26]进一步研究了野生小鼠和 GPR56 基因敲除小鼠 21 d 力量训练对骨骼肌的影响。他们发现,无论是第 2 天的检测,还是第 21 天的检测,力量训练不仅对 GPR56 和 IGF-1 两者表达有统计性影响,而且野生小鼠与 GPR56 基因敲除小鼠的定量差异都超过 1.44。两个实验综合考虑^[26],力量训练确实可以通过 PGC-1 $\alpha 4$ /GPR56/IGF-1 通路增加骨骼肌质量,但耐力训练不能激活这个通路。尤其值得指出的是,受试者的力量

训练对 IGF-1 表达的影响没有统计意义,但它与对照组的定量差异达到非常显著性的水平,说明定量差异比统计差异更能反映问题的本质。还需要强调的是,耐力训练的 PGC-1 α 4 和 IGF-1 表达与对照组的定量差异没有达到大于 0.80 的特异分子水平要求,耐力训练确实不能引起骨骼肌质量的增加。耐力训练对膜蛋白 GPR56 的表达与对照组的定量差异超过 0.80,但耐力训练对 IGF-1 的表达与对照组的定量差异小于 0.80,说明膜蛋白不应该属于特异性分子效应的范畴。

力量训练与耐力训练不同的是组织层次的特异性效应的定量差异。White 等^[26]发现,野生小鼠和 GPR56 基因敲除小鼠 21 d 力量训练的骨骼肌质量与对照组的定量差异分别为 1.27 和 0.75,前者达到分子细胞层次非常显著性定量差异的量级,但后者连分子细胞层次显著性定量差异都没有达到。这说明,力量训练引起骨骼肌质量增加应该属于一种细胞层次的特异性效应。从这个角度可以清晰理解 White 等^[26]观察到的力量训练引起的骨骼肌质量变化。GPR56 基因敲除前,力量训练引起的定量差异超过 0.80,说明力量训练确实可以引起骨骼肌质量增加。GPR56 基因敲除后,力量训练引起的定量差异小于 0.80,说明力量训练无法引起骨骼肌质量增加。由此证实,力量训练确实可以通过 PGC-1 α 4/GPR56/IGF-1 通路增加骨骼肌质量。

3 讨论

本研究引入黄金分割常数发现了简洁的年龄定量差异。数学与实验的优美配合在物理学中常见,但在生命科学和社会科学中非常罕见,其原因之一就是缺乏自然常数^[27]。物理学常常用自然常数来定义精确度量物理量的单位。例如,亚佛加德罗常数的引入可以定义摩尔的概念,一摩尔原子的质量在数字上刚好为该原子的原子质量,在单位上却是常见的质量单位 g。生命科学和社会科学缺乏这样的自然常数。本研究通过 Fibonacci 数列引入黄金分割常数为数据差异找到了量化的单位。其中最典型的就是一名运动员首次获奖年龄与退役年龄的定量差异为 1.00,职员职业生涯开始的年龄与退休年龄的定量差异也为 1.00,这个现象可以推广为从事一个完整过程的起始年龄和终止年龄的定量差异为 1.00,可以将这个推论称为过程时间推论。从这个角度可以理解为什么大学的学习成绩与高考的入学成绩没有直接的关系^[28]。高考意味着一种学习方式的结束,典型的结束年龄应该为 18 岁。按照过程时间推论,这种学习方式首次展露成绩的年龄应该是 11 岁,即小学 5 年级。因此,小学 5 年级成绩较好的学生考上大学的机会较大,但他们的大学成绩与高

考成绩没有直接关系。按照过程时间推论,一个过程的起始年龄越大,完成这个过程所需要的时间越长。运动员首次获奖年龄越大,运动寿命越长^[13]。职员职业生涯开始的年龄越大,寿命越长。如果在 60 岁退休后开始一项新的活动,理论上有望活到 159 岁。因此,输在起跑线上的人,有可能赢在生命的终点上,享受真正幸福的人生。

本研究引入黄金分割常数发现定量差异可以解决统计方法的局限。两组数据组间统计差异依赖于组内数据之间的差异。组内差异越小,组间的统计差异越显著。只要组内差异很小,组间很小的定量差异也可以有组间的显著统计差异。这种组间统计差异不但难以重复,而且缺乏学术价值,导致人们怀疑 NHST^[1-2]。组内差异越大,组间的统计差异越不容易达到显著性的要求,导致组间很大的定量差异也无法获得统计差异的显著性要求。组内差异很大往往会体现在 CV 上, CV 越大,组内差异越大。如果 CV 大于 1,数据就必须重新分组。为了克服现有统计方法的局限性, Pagan 等^[29]建议用“reproduction、replication、robustness 和 revelation”4 个 R 来评判论文。通过定量差异可以将统计方法中的定性差异进行精确定级,不但避免了统计差异的“盲点”,提高了实验的可重复性(reproduction)和实验数据的可复制性(replication),而且明确了影响因子的特异性靶点,更容易揭示问题的本质,提高了实验结果的鲁棒性(robustness),加强了实验结论与实验结果之间的逻辑关系(revelation),为 4R 判据提供了定量基础,具有重要的学术价值。

值得指出的是,分子细胞水平的定量差异的显著性标准与基因组学^[30]和蛋白质组学^[31-32]的要求基本一致。分子细胞水平的定量差异的显著性标准分别采用 0.80 和 1.27 作为显著性和非常显著性的标准,对应的平均值比值分别为 1.47 和 1.84。基因组学和蛋白质组学所分析的基因或蛋白质调节的下限标准采用 1.5 倍^[30-31]或(和)2 倍^[30, 32]。一方面,两者基本一致,支持定量差异的显著性判断标准。另一方面,两者细微差异,说明有待进一步研究的细化。我们相信定量差异的深入研究将为基因或蛋白质调节的下限标准提供科学的依据,从而促进基因组学和蛋白质组学在体育科学中的深入应用。

统计方法只能给出两组数据之间的定性差异。本研究引入黄金分割常数,将差异定量化;通过具体科学问题的讨论给出了定量差异的级别,可以在体育科学中实现物理学中类似的数量级估计,更加准确地找出特异性的靶点。定量差异的引入对于体育科学的定

量化将具有重要的学术价值。

致谢：非常感谢梁安辉先生！梁先生多次提到黄金分割，引起第一作者对黄金分割的兴趣，并与合作者开展了本工作的初步研究。

参考文献：

- [1] OSBORNE J W. Challenges for quantitative psychology and measurement in the 21st century[J]. *Front Psychol*, 2010, 3(8): 1-3.
- [2] WOOLSTON C. Psychology journal bans P values[J]. *Nature*, 2015, 519(7541): 9.
- [3] LEEK J T, PENG R D. Opinion: reproducible research can still be wrong: adopting a prevention approach[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2015, 112(6): 1645-1646.
- [4] LEEK J T, PENG R D. Statistics: what is the question? [J]. *Science*, 2015, 347(6228): 1314-1315.
- [5] LEEK J T, PENG R D. Statistics: pvalues are just the tip of the iceberg[J]. *Nature*, 2015, 520(4): 612.
- [6] WEISSGERBER T L, MILIC N M, WINHAM S J, et al. Beyond bar and line graphs: time for a new data presentation paradigm[J]. *PLoS Biol*, 2015, 13(4): e1002128.
- [7] JEAN R. *Phyllotaxis: A Systematic Study of Plant Morphogenesis*[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- [8] LI C, ZHANG X, CAO Z. Triangular and Fibonacci number patterns driven by stress on core/shell microstructures[J]. *Science*, 2005, 309(5736): 909-911.
- [9] PENNYBACKER M, NEWELL A C. Phyllotaxis, pushed pattern-forming fronts, and optimal packing[J]. *Phys Rev Lett*, 2013, 110(24): 248104.
- [10] IOSA M, FUSCO A, MARCHETTI F, et al. The golden ratio of gait harmony: repetitive proportions of repetitive gait phases[J]. *Biomed Res Int*, 2013: 918642.
- [11] BARTL M, Li P, SCHUSTER S. Modelling the optimal timing in metabolic pathway activation-use of Pontryagin's Maximum Principle and role of the Golden section[J]. *Biosystems*, 2010, 101(1): 67-77.
- [12] WILSON W H, O'CONNOR O A, CZUCZMAN M S, et al. Navitoclax, a targeted high-affinity inhibitor of BCL-2, in lymphoid malignancies: a phase 1 dose-escalation study of safety, pharmacokinetics, pharmacodynamics, and antitumour activity[J]. *Lancet Oncol*, 2010, 11(12): 1149-1159.
- [13] 李末月. 运用功能内稳态理论对运动员运动寿命的相关研究[D]. 广州: 华南师范大学, 2015.
- [14] GBD2013 Mortality and Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex specific all-cause and cause-specific mortality for 240 causes of death, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013[J]. *Lancet*, 2014, 385(9963): 117-171.
- [15] LIU T C Y, ZHU L, YANG X B. Longevity chance [J]. *J Inn,ov Opt Health Sci*, 2014, 7(2): 1330006.
- [16] CHEN Y, EBENSTEIN A, GREENSTONE M, et al. Evidence on the impact of sustained exposure to air pollution on life expectancy from China's Huai River policy[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2013, 110(32): 12936-12941.
- [17] SARNA S, SAHI T, KOSKENVUO M, et al. Increased life expectancy of world class male athletes[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 1993, 25(2): 237-244.
- [18] SOBRADILLO P, POZO F, AGUSTÍ A. P4 medicine: the future around the corner[J]. *Arch Bronconeumol*, 2011, 47(1): 35-40.
- [19] LIU T C Y, LIU L, CHEN J G, et al. Action-dependent photobiomodulation on health, suboptimal health and disease[J]. *Int J Photoenergy*, 2014: 832706.
- [20] 刘承宜, 李星儿, 柳琬, 等. 基于 Pareto 原理的健康工程初步研究[J]. *华南师范大学学报(自然科学版)*, 2013, 45(6): 148-154.
- [21] KRINSLEY J, EGI M, KISS A, et al. Diabetic status and the relation of the three domains of glycemic control to mortality in critically ill patients: an international multicenter cohort study[J]. *Crit Care*, 2013, 17(2): R37.
- [22] LIN C C, YANG C P, LI C I, et al. Visit-to-visit variability of fasting plasma glucose as predictor of ischemic stroke: competing risk analysis in a national cohort of Taiwan Diabetes Study[J]. *BMC Med*, 2014, 26(12): 165.
- [23] NEUFER P D, BOUCHARD C, COOPER D M, et al. Understanding the cellular and molecular mechanisms of physical activity-induced health benefits[J]. *Cell Metab*, 2015, 22(1): 4-11.
- [24] 刘延莹. 弱激光预照射联合运动对增龄大鼠骨骼肌线粒体凋亡通路的影响及其机制研究[D]. 广州: 华南师范大学, 2015.
- [25] HAWLEY J A, HARGREAVES M, JOYNER M J,

et al. Integrative Biology of Exercise[J]. Cell, 2014, 159(4): 738-749.

[26] WHITE J P, WRANN C D, RAO R R, et al. G protein-coupled receptor 56 regulates mechanical overload-induced muscle hypertrophy[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2014, 111(44): 15756-15761.

[27] MAY R M. Uses and abuses of mathematics in biology[J]. Science, 2004, 303(5659): 790-793.

[28] 丁澍, 缪柏其, 叶大鹏. 高考成绩与大学成绩的相关性分析[J]. 中国大学教学, 2008(11): 29-31.

[29] PAGAN A, TORGLER B. Research rigour: Use '4Rs' criteria to assess papers[J]. Nature, 2015, 522(7554): 34.

[30] SUN W, CHOI S H, PARK S K, et al. Identification and characterization of novel activity-dependent transcription factors in rat cortical neurons[J]. J Neurochem, 2007, 100(1): 269-278.

[31] CHEN Y, SHI G, XIA W, et al. Identification of hypoxia-regulated proteins in head and neck cancer by proteomic and tissue array profiling[J]. Cancer Res, 2004, 64(20): 7302-7310.

[32] PAGE M J, AMESS B, TOWNSEND R R, et al. Proteomic definition of normal human luminal and myoepithelial breast cells purified from reduction mamoplasties[J]. Proc Natl Acad Sci U S A, 1999, 96(22): 12589-12594.

“首届亚太动商学术论坛”在南京成功举办

2016年1月9日,“首届亚太动商学术论坛”在南京理工大学举行,来自海内外126个单位、260余名专家学者参加论坛。本届论坛围绕动商与国民素质、人类基因、教育改革、学生体质、职业技能等内在的关系,对动商的历史渊源、概念体系、测评体系、培训体系等进行深入探讨和交流。

“动商”是南京理工大学动商研究中心主任王宗平教授,于2012年提出的有关人类全面发展的新理念。王宗平认为动商就是一个人的运动天赋和运动潜能,它与法国人1905年提出的智商、美国人1990年提出的情商共同构成了人类三位一体、不可分割的最基本素质,动商像智商一样与生俱来,像情商一样可以后天培养。

中国工程院李鸿志院士出席论坛并即兴发言。李鸿志认为,由于对智育的过分强调,使应试教育盛行,使得青年人把学习和智力摆在优先发展的地位,体育和身体健康往后放;工作后,感到情商的重要;退休后,发现生命更重要,这种演变说明对国民素质、教育综合素质的考虑缺乏全面性,党的教育方针没有得到很好的贯彻。政府部门在制定政策过程中受到各方面的影响,真正达到素质教育和德智体全面发展的教育方针遇到很多困难,动商的提出正适应了这种需要。智商和情商得到较广认可,为什么没有一个和身体相关的商呢?动商概念需要建立指标量化体系,定性和定量相结合的研究必须在动商研究中进一步体现,争取建立标准。

论坛上,南京理工大学党委书记尹群教授认为,动商提出与研究,目的在于帮助人们重新认识运动对人类发展的积极作用。南京体育学院副院长王正伦教授认为,人类发展,因动而生,亘古不变;弃动生疾,危机深重。人对运动的需求覆盖人的“全生命周期”。西南大学宋乃庆教授对动商的研究有5点期待,第一,要形成动商协同创新研究的共同体,从多角度进行研究;第二,从智商、情商到动商去研究。第三,从理论到实践去研究,要为社会服务。第四,从定性到定量去研究。第五,对动商的测量、评价,对动商的科学研究,能为推动国民素质的发展,为推动大中小学生的体育运动发挥作用。南京理工大学副校长廖文和教授告诉大家,我国十大军工企业的董事长,往往都不是学校里学习成绩特别好的。从人才培养的角度,我们发现除了以前关注的智商、情商,还有动商不能忽视。江苏省教育厅体卫艺处处长杜伟博士认为,青少年身心健康、体魄强健、为生而动这应该成为我们的理念、行动、职责和使命。

不少专家学者、企业经理、研究生参与论坛讨论,与会者一致认为本次论坛对动商发展具有里程碑的意义。动商将由理念传播阶段进入测评体系实证研究阶段。

(南京理工大学 动商研究中心 供稿)