

超声骨龄评价中 sos/Ht 、 sos/Wt 、 sos/dis 等派生指数的研究

金浩敏

摘要：指数反映了两种绝对测量值之间的百分比关系，它由关联的测试指标组成的反映研究对象数量特征的相对数。方法：在定量超声骨龄检测中，关系最密切的是超声速（ sos ）。通过超声速度与身高（ sos/Ht ）或与体重（ sos/Wt ），或与距离（ sos/dis ）与压力等关联指标寻求之间内在的关联性。结果：本文检测数据的分析，尝试派生指数的对应研究，同时制订并建立超声速值的派生指标均值与范围，为超声骨龄的研究提供技术参数。结论：超声速值随着发育成熟度越来越大，而几种派生指数都反向变小。

关键词：超声速值 派生指数 sos/Ht sos/Wt sos/d

Research for Some Indexes of sos/Ht , sos/Wt , sos/dis in the Ultrasonic Bone Age Assessment

Shanghai Jing-An District Adolescent Sports School Mrs. Jin Hao Min

Abstract: Index images a percentage relationship among absolute values surveyed, which is a relative value consist of some associated test indexes that reflects the quantity characteristics to the research object. **Method:** The sound of speed concerns with skeletal age furthest in Ultrasonic Bone Age measurement. Furthmore what will reflect the internal relationship among sos with the indexes of sos/Ht , sos/Wt , sos/dis **Results:** The article make an attempt some corresponding research and set up the range of average and standard deviation of these indexes in order to make some parameter of ultrasonic bonage in a further research. **Conclusion:** The result findings show that the larger sos is along with bonage maturity, the less the indexes contemporarily.

Key words: sos value; index; sos/Ht sos/Wt sos/dis

人体测量中，指数（Index）是两种测量值几何关系最简单的表现形式，有利于建立有关部分形状或相对大小的概念。指数一般比有关部分绝对值的测量显得更为客观，因此，也就在群体间的比较研究中具有重要的价值。由于指数实际价值较大，并且稳定，所以，其研究几乎一开始就受到人类学家的重视^[1]。指数由关联的测试指标组成来反映研究对象数量特征的相对数^[2]。譬如，体重除以身高构成“身高体重指数”，用以表示单位厘米身高的相对体重；又如体重除以肺活量构成“肺活量体重指数”或称为“比肺活量指数”，表示每公斤体重中肺活量的多少，用于肺活量的相对评价；同样，超声骨龄评价中，超声技术设备（US-BA）主要测量声速值（ sos ）和两个传感器之间的距离，根据计算公式得出定量骨龄值（年/月份）^[3]，然而，除了超声速能直接反映骺软骨生长板的成熟度，

超声速 (sos) 与身高 (sos/Ht) 或与体重 (sos/Wt), 或与距离 (sos/d) 或与压力哪些指标更能反映骨发育内在的关联性呢? 本文尝试开展超声技术参数的派生指数研究。

一、研究方法: 使用 sunlight 公司生产的超声骨龄仪, 由受过专业培训的技术人员操作, 将测试获取的超声速 (sos) 为基本数值, 通过距离、压力等指数参数与受试者现场测定的身高、体重进行派生分析。通常认为, 指数是两种绝对测量值之间的百分比关系 (%), 一般习惯于将小的测量值作为分子, 大的测量值作为分母, 一般小于 100。由此可以获得 sos/Ht 为超声速值与身高之间的派生指数, sos/Wt 为超声速值与体重之间的派生指数, sos/dis 为超声速值与距离之间的派生指数。等等。

二、研究对象: 受试者来自上海静安、徐汇两个中心城区的幼儿园、小学、中学学生, 上海师范大学学生, 年龄在 5~19 周岁, 总共 4588 人, 其中男 2379 名, 占 51.9%; 女 2209 名, 占 48.1%。身体健康, 没有明显的内分泌疾病, 排除近阶段测量手和手臂骨折史, 非专业运动经历。在同一天内用 X 线和超声两种方法测定骨龄, 获得超声骨龄技术参数。同时, 进行问卷调查和身高、体重生长发育形体指标的测量。

三、研究结果:

体质学家常根据肢体各部分之间的比例, 借助于数学公式, 将身体相关联的几项指标联系起来, 以指标与派生指数表达评价生长发育、生理功能或体能之间的比例关系^[4]。

表 1 不同指数反映的人体功能

人体指标	反映特征	举例	使用情况
身体形态	体格、体型、营养、体脂等	克托莱指数、维尔维克指数	数量最多
生理功能	心血管功能、肺功能、血液指标等	心功能指数、哈佛氏台阶指数	数量较多
体能	力量、弹跳力、速度、柔韧和灵敏指标等	握力指数、背力指数	数量较少

人体各项测量的数值是绝对值, 故称之为绝对测量, 应有度量单位; 而指数则为两个或两个以上指标的相对测量, 因此各指数的数值都是相对单位, 因此没有度量单位。国外采取指数法评价身体发育水平和进行人类形态学研究, 已有上百年的历史, 特别是在评价生长发育水平时, 为考虑不同年龄、性别、地区和种族的个体或群体之间的差异, 建立相对对等的评价条件, 指数法比原先单一的绝对值更显得客观、公正和可靠^[5]。本课题通过对 4500 余名健康青少年超声骨龄检测与数据分析, 发现超声骨龄值与一次 5 组之间的声速值最大值 (SOSmax) 相关性最高 ($r=0.92\sim0.94$), 这与以色列阳光医有限公司研究的报告相佐^[6]。因此, 研究将 sos 最大值为绝对值, 与身高、体重、距离等实测值相派生, 并根据 sos 分值为分母的原则, 构成超声速与身高 (sos/Ht)、超声速与体重 (sos/Wt)、超声速与距离 (sos/dis) (表 2), 制订了它们的均值与范围 (见表 3~6)。

表 2 拟订与超声骨龄相关的派生指数与功能

拟订派生指数	英语代号	反映特征
超声速/身高	sos/Ht	单位身高厘米中 sos 的传导速度

超声速/体重	sos/Wt	单位公斤体重中 sos 的传导速度
超声速/与距离	sos/dis	sos 的传导速度与手腕测定宽度的比值
超声速/桡骨长度	sos/Rl	sos 与桡骨长度的比值
超声速/桡骨远端骨骺宽度	sos/Rw	sos 与桡骨远端骨骺宽度的比值
超声速/尺骨长度	sos/Ul	sos 与尺骨长度的比值
超声速/尺骨远端骨骺宽度	sos/Uw	sos 与尺骨远端骨骺宽度的比值

表 3 中国人桡、尺骨的长度与宽度解剖数据 (单位: 毫米)

骨骼部位	解剖描述	左侧最大长度	左侧生理长度	参考意义
桡骨最大长度	桡骨小头最高点至茎突尖的最大直线距离	234.15±1.01	219.82±1.03	有参考意义
桡骨远端宽度	桡骨下端外侧最突出点之间的投影距离	——	——	有积极意义
尺骨最大长度	鹰嘴最高点至茎突最低点之间的直线距离	250.37±1.11	221.46±1.01	有参考意义

改自邵象清《人体测量手册》上海辞书出版社 1985

用专业的眼光分析, 在所有与超声骨龄相关的派生指数中, 超声速与身高 (sos/Ht)、超声速与体重 (sos/Wt) 的实践意义最大, 因此, 研究制订并建立超声速值的派生指标均值与范围, 为超声骨龄的研究提供了技术参数。

表 4 sos/Ht 派生指数的均值与范围

骨龄 (岁)	男儿童青少年		女儿童青少年	
	sos 绝对值	sos/ht 派生指数	sos 绝对	sos/ht 派生指数
	m/s	mean±sd	m/s	mean±sd
≤5.5	1762.196	15.231±0.779	1757.375	15.742±1.279
5.5~	1776.596	14.890±0.655	1777.100	15.843±0.882
6.0~	1791.426	14.647±0.797	1789.000	15.505±0.628
6.5~	1801.398	14.396±0.680	1804.127	15.205±0.768

7.0~	1812.146	14.310±0.877	1825.211	14.856±0.652
7.5~	1746.912	13.918±0.804	1839.785	14.606±0.816
8.0~	1831.642	13.892±0.685	1857.515	14.707±0.694
8.5~	1841.173	13.725±0.734	1871.350	14.234±0.784
9.0~	1853.148	13.510±0.548	1891.320	14.233±0.676
9.5~	1865.162	13.418±0.602	1904.818	14.071±0.673
10.0~	1871.019	13.535±0.691	1911.508	13.943±0.670
10.5~	1882.541	13.167±0.736	1919.927	13.588±0.743
11.0~	1896.667	13.238±0.688	1927.713	13.478±0.678
11.5~	1902.382	12.875±0.708	1936.764	13.365±0.819
12.0~	1912.135	12.748±0.810	1956.763	13.279±0.764
12.5~	1916.023	12.566±0.725	1960.424	13.091±0.748
13.0~	1924.833	12.416±0.767	1964.169	12.693±0.628
13.5~	1934.013	12.217±0.688	1966.111	12.716±0.802
14.0~	1940.736	12.014±0.803	1973.894	12.528±0.542
14.5~	1945.538	11.785±0.578	1990.869	12.481±0.464
15.0~	1969.831	11.877±0.616	2009.598	12.620±0.503
15.5~	1981.156	11.846±0.547	2029.503	12.724±0.448
16.0~	2002.403	11.855±0.549	2051.138	12.824±0.495
16.5~	2024.306	11.859±0.508	2072.390	12.946±0.466
17~	2059.688	11.929±0.463	2101.749	13.117±0.443
18~	2103.987	12.136±0.438	2144.747	13.315±0.487

≥19	2149.923	12.424±0.506	2183.381	13.434±0.366
-----	----------	--------------	----------	--------------

表 5 sos/Wt 派生指数的均值与范围

骨龄 (岁)	男儿童青少年		女儿童青少年	
	sos 绝对值	sos/wt 派生指数	sos 绝对值	sos/wt 派生指数
	m/s	mean±sd	m/s	mean±sd
≤5.5	1762.196	85.401±11.620	1757.375	93.750±20.419
5.5~	1776.596	74.004±10.862	1777.100	94.426±13.304
6.0~	1791.426	74.651±10.954	1789.000	85.880±11.438
6.5~	1801.398	70.666±12.071	1804.127	80.339±13.550
7.0~	1812.146	67.602±13.876	1825.211	78.810±10.462
7.5~	1746.912	61.510±12.141	1839.785	73.784±13.049
8.0~	1831.642	60.479±12.834	1857.515	72.932±12.001
8.5~	1841.173	57.805±11.824	1871.350	64.725±11.907
9.0~	1853.148	54.807±11.040	1891.320	64.682±11.368
9.5~	1865.162	52.727±9.626	1904.818	62.708±9.937
10.0~	1871.019	53.815±11.166	1911.508	60.586±10.095
10.5~	1882.541	51.279±9.742	1919.927	57.450±10.943
11.0~	1896.667	50.387±10.189	1927.713	55.378±10.091
11.5~	1902.382	46.376±9.023	1936.764	52.723±11.715
12.0~	1912.135	44.969±10.413	1956.763	52.978±11.144
12.5~	1916.023	43.683±11.26	1960.424	48.182±8.488
13.0~	1924.833	38.126±9.044	1964.169	43.624±8.064

13.5~	1934.013	37.572±7.688	1966.111	42.947±10.034
14.0~	1940.736	37.412±8.571	1973.894	52.667±13.334
14.5~	1945.538	55.992±12.491	1990.869	40.407±6.794
15.0~	1969.831	35.003±8.678	2009.598	40.886±6.789
15.5~	1981.156	35.129±7.106	2029.503	40.774±6.525
16.0~	2002.403	33.626±6.758	2051.138	40.496±6.093
16.5~	2024.306	33.413±6.511	2072.390	40.310±6.160
17~	2059.688	33.061±6.342	2101.749	40.041±5.854
18~	2103.987	33.302±5.060	2144.747	40.438±5.619
≥19	2149.923	32.773±5.259	2183.381	41.451±4.690

表 6 sos/dis 派生指数的均值与范围

骨龄 (岁)	男儿童青少年		女儿童青少年	
	sos 绝对值	sos/dis 派生指数	sos 绝对值	sos/ dis 派生指数
	m/s	mean±sd	m/s	mean±sd
≤5.5	1762.196	47.780±2.717	1757.375	51.053±3.493
5.5~	1776.596	45.160±1.966	1777.100	50.072±2.521
6.0~	1791.426	45.146±2.015	1789.000	48.402±2.308
6.5~	1801.398	44.665±2.114	1804.127	47.346±2.709
7.0~	1812.146	44.272±2.597	1825.211	47.731±2.496
7.5~	1746.912	36.679±2.447	1839.785	46.852±2.412
8.0~	1831.642	42.908±2.749	1857.515	46.613±2.832
8.5~	1841.173	42.43±2.482	1871.350	45.222±2.553

9.0~	1853.148	41.988±2.394	1891.320	45.774±2.518
9.5~	1865.162	42.084±2.650	1904.818	45.019±2.618
10.0~	1871.019	41.920±2.499	1911.508	44.913±2.689
10.5~	1882.541	42.043±2.335	1919.927	44.346±2.774
11.0~	1896.667	41.900±2.518	1927.713	44.055±2.719
11.5~	1902.382	41.306±1.921	1936.764	43.588±2.63
12.0~	1912.135	40.483±2.529	1956.763	43.650±2.542
12.5~	1916.023	39.489±2.252	1960.424	42.481±2.335
13.0~	1924.833	38.721±2.023	1964.169	42.696±2.463
13.5~	1934.013	38.518±2.069	1966.111	42.406±2.759
14.0~	1940.736	38.544±2.432	1973.894	42.617±2.845
14.5~	1945.538	38.172±2.223	1990.869	43.283±2.221
15.0~	1969.831	38.751±2.990	2009.598	42.937±2.408
15.5~	1981.156	38.338±2.417	2029.503	43.037±2.069
16.0~	2002.403	38.343±2.283	2051.138	43.461±2.399
16.5~	2024.306	38.390±2.252	2072.390	43.884±2.501
17~	2059.688	38.824±2.299	2101.749	44.098±2.375
18~	2103.987	39.146±1.882	2144.747	45.138±2.614
≥19	2149.923	39.627±2.059	2183.381	45.383±1.65

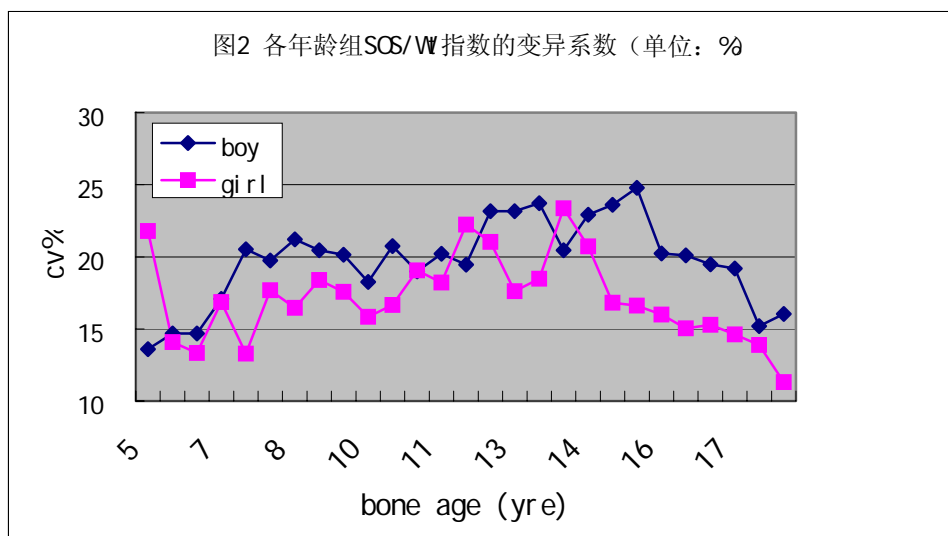
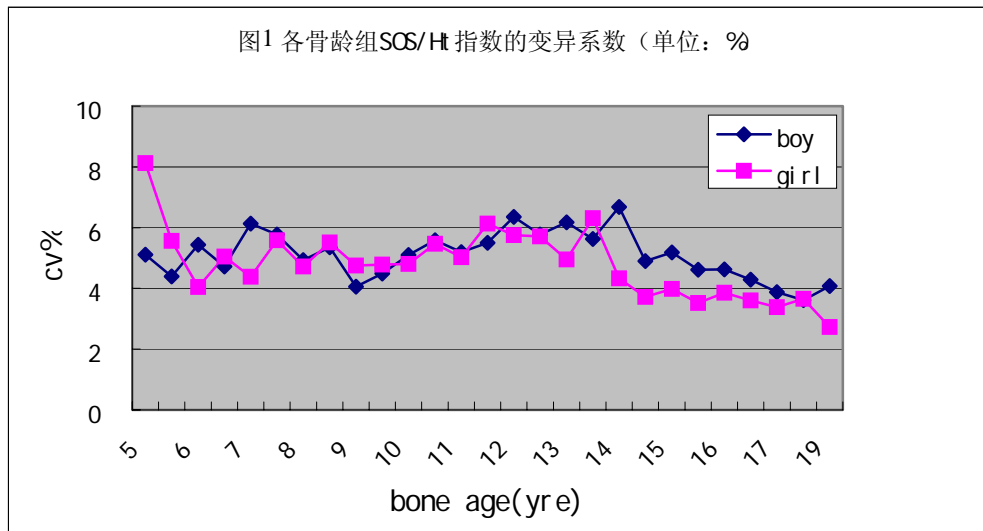
四、分析讨论:

4.1、派生指数具有鲜明的年龄特征 统计发现, sos 随着儿童发育和增龄数值变大, 5 岁儿童采样数值较小, 约在 1760m/s 左右; 19 岁达到采样数据的最大均值, 约在 2180m/s 左右。5~18 岁的年龄范围测定数据比较稳定可靠, 除了男儿童 7.5 岁年龄组 sos 绝对值倒置外。分析发现, 超声速值的派生指数则方向相反, 随着骨成熟度, 几种派生指数都逐渐变小, 数值依续增龄递减。表 4, 5, 6 显示, 无论 sos/Ht、sos/Wt 还是 sos/d 都随着年龄的增加, 指数逐渐变小, 呈现比较规律的年龄特征与反向递减的趋势, 这与儿童青少年整个声速发育相一致。但就 sos/Ht、sos/Wt 指数来看, 由于绝

对值的基数较大，派生指数差值也大，年龄段增加的幅度较大，依次排位为 sos/Wt 、 sos/Ht 和 sos/d ，而 sos/d 整个波动显得较小，这显然与手腕部桡、尺骨的解剖宽度，超声衰减等组织特性有关。

4.2、各派生指数具有女高于男，女领先男的性别特点 在三类派生指数中，男女起始值差异并不大， sos 绝对值约在 3~5m/s；随着生长发育，女子的指数值开始高于男子，并领先于男子，直至 18~19 岁，其绝对值扩大到 30m/s 左右，这一领先现象与其它生长发育指标、派生指数发育发展相类似，但分析发现， sos 的男女两次交叉现象并不明显，或者说在整个儿童青少年发育过程中几乎没发生两次交叉现象。在青春期前后，同性别人群，男女 sos 绝对值分别增长了 77.6 和 71.9，而 sos/Ht 减少了 0.6~0.8 个指数点， sos/Wt 减少了 4.5 个指数点；发育前，女少年 sos 绝对值平均高于男少年 7 个指数点， sos/Ht 派生指数高于男子约 1 个指数点；发育后，女少年 sos 绝对值平均高于男少年 3 个指数点， sos/Ht 派生指数高于男子约 0.8 个指数点；同样，发育前后的 sos/Wt 女少年平均高于男子 17.3 和 7.3 个指数点， sos/d 的情况亦然，女少年平均高与男子 3.4~3.5 个指数点。

4.3、派生指数在青春发育期波动幅度开始增大 男女青少年在 11~15 岁 sos/Ht 和 sos/Wt 等指标的增减幅度变大，主要表现在数据的组距、标准差和变异系数等统计指标上（见图 1，2），而在 16 岁以后逐渐稳定下来，这与绝对值变动相一致。与 sos 绝对值相比，派生指数的变动幅度就显得较小，这为今后超声骨龄评价提供了比较稳定的技术参数。



五、小结:

5.1、派生指数能较好地反映了两种绝对测量值之间的百分比关系,更好地说明指标内在的关联性。分析认为,超声速值与身高、体重、距离等指数存在着较好的派生关系。由于最大超声速值与其他超声技术参数的相关性最高,本研究开展以最大超声速值(sos)与身高(sos/Ht)或与体重(sos/Wt)等派生指数的研究。

5.2、研究制订了超声速(sos)与身高(sos/Ht)或与体重(sos/Wt)派生指标的均值与范围,这为为超声骨龄的进一步研究提供技术参数。

5.3、超声速的派生指数也存在着年龄特征,它们大多呈现与年龄反向的递减趋势。超声速的派生指数具有女高于男,女领先男的性别特点。另外,超声速的派生指数在青春发育期间的波动幅度开始增大。

主要参考文献

- [1]邵象清编著《人体测量手册》上海辞书出版社 p 99, 1985
- [2]中国体育科学学会 香港体育学院编《体育科学词典》高等教育出版社 p 441, 2000
- [3]Sunlight 以色列阳光医疗有限公司 研究报告 p 10 July 2004
- [4]《科学技术成果报告——中国青少年儿童身体形态、机能和素质的研究》科学技术文献出版社 p114, 1982
- [5]陈明达主编《实用体质学》北京医科大学 中国协和医科大学联合出版社 p68, 1993
- [6]Yu J, Z Zadik, Golander A, Bistrizer T, Yaniv I, Tsoref I, Schwartz T, An Innovative Ultrasonic Method for Bone Age Assessment of Israeli and Chinese Children. Presented at 43rd Annual Meeting of the European Society for Paediatric Endocrinology in Basel, Switzerland, September 10~13 2004

作者介绍:

第一作者简介:金浩敏(1959~),女,副主任,主要研究方向:运动员选材

作者单位:上海市静安区少体校科研训练处,200041

论文来源:国家体育总局《中国人骨发育标准修订》所属分课题《中国人骨发育评价方法与超声方法相关性的研究》(项目编号:KB-04-04)

通讯地址:上海静安区少体校,昌化路 165 号,邮政编码:200041。电话:021-62175731,
hmj128@hotmail.com