

母乳中 10 种元素的定量分析研究*

Quantitative Analysis of Ten Elements in Mother Milk

唐琦

Tang Qi

陈振坤

Chen Zhenkun

石文昌

Shi Wenchang

(广西计算中心 南宁市星湖路 32 号 530022)

(Computing Centre of Guangxi, 32 Xinghu Road, Nanning, Guangxi, 530022)

丁祥娥 Ding Xiang'e

(广西中医骨伤科研究所 南宁市新民路 530012)

(Guangxi Institute of Chinese Medicine Orthopedics Department, Xinmin Road, Nanning, Guangxi, 530012)

林葵

Lin Kui

罗建慧

Luo Jianhui

林文业

Lin Wenye

何聿忠

He Yuzhong

(广西分析测试中心 南宁市星湖路 32 号 530022)

(Guangxi Research Centre of Instrument Analysis, 32 Xinghu Road, Nanning, Guangxi, 530022)

摘要 用计算机对母乳中 10 种元素与婴儿生长发育间的关系进行了定量分析研究, 给出分析研究的方法及结果。

关键词 计算机 母乳 元素统计 定量分析 婴儿 生长发育

Abstract Relationship between ten elements in mother milk of human being and baby's growth is analysed quantitatively with microcomputer. The research method and results are given in this paper.

Key words computer, mother milk, statistics element, quantitative analysis, baby, growth

我们参加了国家自然科学基金资助项目的研究, 完成了母乳中 10 种元素的定量分析研究, 本文通过对广西南宁市区 117 例健康妇女不同时期母乳中 10 种元素 (Fe、Zn、Ca、Cu、Mg、Se、Ge、Mo、Co、Si) 实测数据的定量分析研究, 以了解健康妇女母乳中这些元素的含量范围, 并从中找出母乳中 10 种元素与婴儿生长发育的关系, 为改善母乳质量, 推广母乳喂养, 提高人口素质提供科学依据。

据文献〔1〕报道, Fe、Zn、Ca、Cu、Mg、Se、Ge、Mo、Co、Si 十种元素在人体发育中起着不可忽视的作用。由于婴儿时期是人生起步的重要时期, 而母乳是婴儿最理想的天然食物, 那么在婴儿生长的不同时期, 起主导作用的元素是什么? 怎样科学地喂养才能达到优育的目的, 因此, 对母乳的研究越来越引起人们的重视。

1993-11-26 收稿。

* 国家自然科学基金资助项目。

1 调查分析研究

1.1 数据采集

由广西中医骨伤科研究所保健科、广西分析测试研究中心, 对居住在南宁市 2 年以上的年龄 23~35 岁的健康乳母, 分别采集其在产后 7 天、14 天、28 天、42 天、3 个月及 6 个月的母乳, 并测定出不同时期母乳中 10 种元素的含量。

1.2 建立数据库

在微机上, 采用汉化 FoxBASE 编制程序, 将实地采集的 117 例母乳中 10 种元素含量以及对应的婴儿身高、体重的实测数据输入计算机, 录入时采用 2 次录入法, 以确保数据库中数据与实测的原始数据无误, 数据分为 7 天、14 天、28 天、42 天、3 个月及 6 个月等 6 个组。最后, 将数据库文件转换成标准的 SYSTAT 数据文件。

1.3 研究方法

在微机上, 采用汉化 FoxBASE 编制软件, 并应

表 1 不同时期母乳中 10 种元素含量动态测定

Table 1 Variation of the content of ten elements in mother milk in different period

指标 Index	7Days	14Days	28Days	42Days	3Months	6Months
Fe (μg/g)	2.20±0.91	2.21±0.91	2.16±0.81	2.16±0.76	2.16±0.71	2.20±0.66
Zn (μg/g)	3.90±1.31	3.37±1.01	3.24±0.96	3.07±0.86	2.86±0.73	2.75±0.64
Ca (μg/g)	337.8±73.4	335.2±73.9	333.2±79.1	349.4±59.6	329.5±55.9	325.0±48.1
Cu (μg/g)	0.60±0.14	0.46±0.09	0.43±0.08	0.41±0.09	0.62±0.10	0.40±0.09
Mg (μg/g)	31.94±7.17	31.15±6.99	31.60±6.23	31.4±5.42	31.72±7.07	33.43±5.39
Se (ng/g)	54.85±17.60	55.62±17.58	56.17±17.65	56.60±17.95	57.43±18.28	57.75±18.39
Ge (ng/g)	2.92±1.84	3.00±1.87	3.09±1.90	3.20±1.96	3.29±2.02	3.41±3.03
Mo (ng/g)	6.80±2.46	6.88±2.58	7.09±2.53	7.25±2.58	7.41±2.64	7.51±2.65
Co (ng/g)	3.80±2.54	3.68±2.61	3.62±2.57	3.62±2.74	3.66±2.61	3.63±2.62
Si (μg/g)	0.84±0.57	0.82±0.56	0.80±0.49	0.79±0.50	0.77±0.52	0.72±0.49
身高 height (cm)	50.79±2.81	52.14±2.18	54.23±1.93	56.6±12.60	62.12±2.39	67.58±6.69
体重 weight (kg)	3.43±0.39	2.74±0.40	4.21±0.41	4.91±0.55	6.46±0.67	7.91±1.15

表 2 回归分析观察指标

Table 2 Observation index of regression analysis

代号 Code	y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁
指标名称 Index name	婴儿体重 Baby's weight	婴儿身高 Baby's height	Fe	Zn	Ca	Cu	Mg	Se	Ge	Mo	Co	Si
指标单位 Index unit	kg	cm	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	μg/g

用美国 SYSTAT 公司的生物学统计软件包，进行一系列的数理统计分析。

1.3.1 基础统计

对 7 天、14 天、28 天、42 天、3 个月和 6 个月这 6 组数据作基础统计，分别求出 10 种微量元素在不同时期的最小值、最大值、全距、均值、标准差、标准误、偏度、峰度，结果见表 1。

由表 1 可看出，在产后 1 个月内 Zn、Ca、Cu、Co、Si 元素含量相对高于其它月份，随着哺乳期的延长逐渐下降，这与文献^[1]报道的一致。至 6 个月时，Cu 比 7 天时下降 33.3%，Zn 下降 29.5%，Fe、Mg 比较稳定，Mg 至 6 个月时才有有所升高，Cu、Mo、Se 三种元素随哺乳期的延长含量逐渐升高，6 个月时，Ge、Mo 两种元素分别比 7 天时升高 16.8%、10.4%。

1.3.2 数据统计分析

选定 12 个检测指标进行数据处理，这 12 项指标是：婴儿的体重 (W)，婴儿身高 (H) 及 Fe、Zn、Ca、Cu、Mg、Se、Ge、Mo、Co、Si 十种元素。针对这 12 个检测指标，采用 SYSTAT 统计学软件包提供的 MGLH 多变量线性模式功能进行逐步回归分析。

1.3.2.1 婴儿体重与身高及 10 种元素的关系 (以

42 天组为例)

模型一：

以 y 作为回归因变量，X₁、X₂、X₃、…、X₁₁ 作为回归自变量，在显著性水平 α=0.1 作逐步回归分析，建立

非标准回归方程：

$$y = -2.55 + 0.123X_1 + 0.014X_6 + 0.131X_2 - 0.026X_3$$

标准回归方程：

$$y = 0.583X_1 + 0.182X_2 + 0.135X_6 - 0.122X_3$$

其相关变量平均值为 4.912，复相关系数为 0.641，平方复相关系数为 0.411，剩余标准差为 0.427。

方差分析表 Analysis of variance

来源 Source	平方和 Sum of squares	自由度 DF	均方 Mean square	F'	P
回归 Regression	14.254	4	3.563	19.554	.000
剩余 Residual	20.411	112	0.182		

表3 模型一后代结果

Table 3 Substitution result of model 1

体重误差 (kg) Weight error	人数 No. of persons	百分率 Percentage
±0.2 以下 (downward)	65	56%
~±0.3	11	9%
~±0.5	17	15%
±0.5 以上 (upward)	24	21%
合计 Total	117	

表4 回归分析观察指标

Table 4 Observation index of regression analysis

代号 Code	y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁
指标名称 Index name	婴儿身高 Baby's height	婴儿体重 Baby's weight	Fe	Zn	Ca	Cu	Mg	Se	Ge	Mo	Co	Si
指标单位 Index unit	kg	cm	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	μg/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	μg/g

模型二

以 y 作为回归的因变量, X₁, ..., X₁₁ 作为回归自变量, 在显著性水平 α=0.1 作逐步回归分析, 建立非标准回归方程:

$$y = 42.860 + 2.79X_1 - 1.019X_{11} + 0.176X_{10} - 0.444X_2 + 0.162X_9$$

标准回归方程:

$$y = 0.586X_1 - 0.195X_{11} + 0.186X_{10} - 0.130X_2 + 0.160X_9$$

其相关变量平均值为 56.614, 复相关系数为 0.664, 平方复相关系数为 0.441, 剩余标准差为 1.988。

方差分析表 Analysis of variance

来源 Source	平方和 Sum of squares	自由度 DF	均方 Mean square	F	P
回归 Regression	345.580	5	69.116	17.482	.000
剩余 Residual	438.838	111	3.953		

利用模型二对 117 例实测数据作后代验证, 在标准差允许的范围, 其后代验证结果如表 5:

利用模型一对 117 例实测数据作后代验证, 在标准差允许范围内, 其验证结果如表 3。

由于 r = 0.641, P < 0.01, 有显著意义。由表 4 可知, 在标准差允许的范围, 婴儿体重符合率为 79%, 误差范围 ±0.5kg 以上的为 21%。结果表明: 产后 42 天, 在 12 种观察指标中对婴儿体重影响最大的因素是 X₁(婴儿身高), 其次是 X₂(Fe 元素), 接着是 X₆(Mg 元素)、X₉(Mo 元素)。

1.3.2.2 婴儿身高与婴儿体重及 10 种元素的关系 (以 42 天组为例)

表5 模型二后代结果

Table 5 Substitution result of model 2

身高误差 (cm) Height error	人数 No. of persons	百分率 Percentage
±5 以下 (downward)	57	49%
~±8	9	8%
~±10	13	11%
±10 以上 (upward)	38	32%
合计 Total	117	

由于 r = 0.664, P < 0.01, 有显著意义。由表 6 可知, 在标准差允许的范围, 婴儿身高符合率为 68%, 误差范围 ±10cm 以上的为 32%。结果表明: 产后 42 天, 在 12 种观察指标中对婴儿体重影响最大的因素是 X₁(婴儿体重), 其次是 X₁₀(Co 元素), 接着是 X₉(Mo 元素)、X₂(Fe 元素) 和 X₁₁(Si 元素)。

由上述两个模型运算所得结果可知, 产后 42 天, 母乳中对婴儿身高、体重具有显著影响的元素是 Fe、Mg、Mo、Co、Si 这五种元素。

分别对其余 5 组数据, 采用上述方法建立数学模型, 在显著性水平 α=0.1 下, 作逐步回归分析, 所建立的标准回归方程如表 6 (P 均小于 0.01):

表 6 标准回归方程

Table 6 Standard regression equations

时间 Time	体重 W 的回归 方程 Regression equation of weight	相关系 数 r Correlation coefficient	身高 H 的回归 方程 Regression equation of height	相关系 数 r Correlation coefficient
7Days	H+Ge+Se+Si+Mo	0.646		
14Days	H+Cu+Ge	0.654	W+Cu	0.611
28Days	H+Si+Cu+Fe+Mg+Mo	0.632	W+Si+Mg+Fe	0.572
42Days	H+Fe+Mg+Mo	0.641	W+Si+Co+Mo+Fe	0.664
3Months	H+Zn+Mg+Mo	0.726	W+Zn+Mg	0.706
6Months	H+Zn+Ge	0.793	W+Mg+Zn	0.792

由表 7 可看出, 7 天时, 婴儿体重除了与其本身的身高成正比外, 还与母乳中 Ge、Se、Si、Mo 四种微量元素呈正相关, 说明婴儿出生后 7 天之内, Ge、Se、Si、Mo 这四种元素对婴儿的发育起着至关重要的作用。在不同的成长阶段, 起主导作用的元素, 不尽相同, 见表 7。

3 结论

本项目的研究证明了儿童的生长发育与母乳中 10 种元素有着密切的关系, 母亲在保证其它营养足够的情况下, 要注意这 10 种元素食物的自给, 不同时期的补充要各有侧重, 以保证母乳中这 10 种元素的含量不致于下降, 满足婴儿生长发育的需要。据丁祥娥等研究, 钙元素是整个婴儿时期必须注意供给的元素。

表 7 婴儿不同生长时期母乳中对发育 (W, H) 起主要作用的元素

Table 7 Key elements in mother milk which affect baby growth (weigh and height) in different growth period

时期 Period	元 素 Elements
7Days	Ge、Se、Si、Mo、
14Days	Cu、Ge
28Days	Si、Co、Mo、Fe、Mg
42Days	Zn、Mg、M0
3Months	Zn、Mg、Mo
6Months	Zn、Mg、Ge

婴儿时期是人生起步的重要时期, 据丁祥娥等研究, 母乳中含有丰富的微量元素, 10 种元素中大部分含量均高于牛奶, 但 Ca、Mg 含量低于牛奶, 然而母乳中微量元素的含量最适宜婴儿肠胃, 易于吸收。本次研究为提倡母乳喂养提供了一定的科学依据。

随着社会的不断发展, 优生优育, 提高人口素质已成为社会关注的问题, 每对夫妇都希望自己有一个健康、聪明、活泼的孩子。通过本次研究, 我们建立了婴儿生长发育与 10 种元素的数学模型, 对临床和科研有一定的实际意义。

参考文献

1 Yuzhong H E, et al. Proceedings of Fourth Asian Chemical, Congress Beijing, China 1991; P. 358.

(上接第 63 页 Continue from page 63)

疗方法也适用于某些 COPD 患者, 故我们认为本组在肺气虚康复治疗上摸索出的一些新的有效途径与方法, 可以考虑推广作为 COPD 的康复治疗的一部分。

参考资料

- 1 马孔阜. 肺代谢功能的研究进展与临床应用. 中华内科杂志. 1984, 23 (1): 51.
- 2 何瀛. 肺气虚实质研究概况. 中西医结合杂志. 1985, 5 (1): 318.
- 3 程锡箴, 王建华. 中医基础理论研究进展. 广州: 华南理工大学出版社. 1990; 106~109.
- 4 广西中医学院中医基础理论研究室. 肺气虚的实验研究. 广西中医药. 1981, (6): 43.
- 5 陆桂祥等. 肺气虚病人 α_1 -抗胰蛋白酶水平的初步观察. 广西中医药. 1981, (4): 4.
- 6 许学受. 肺科手册. 第三版. 上海: 上海科技出版社. 1987:

115.

- 7 Hollinger M A, et al. 血管紧张素转化酶对肺部疾病诊断意义的现况. 国外医学内科分册. 1984, 11: 245.
- 8 朱德生等. 血管紧张素转换酶测定及其在肺科临床应用初步探讨. 中华结核与呼吸杂志. 1984, 7 (1): 15.
- 9 腊斯克 H A 著. 康复医学. 陈过主译. 杭州: 浙江科学技术出版社. 1984; 375
- 10 陈抗美, 膻穴刺激冬病夏治 192 例. 浙江中医杂志. 1989, (10): 46
- 11 董征等. 消喘膏对 223 例哮喘患者的 10 年疗效观察. 中西医结合杂志. 1988, 8 (6): 336.
- 12 金益强等. 从肝阳上亢证量化研究探讨“功能态”. 中国人体科学. 1992, 2 (2): 78.
- 13 齐幼龄等. “补肺丸”治疗 40 例肺气虚病人的临床及实验观察. 中西医结合杂志. 1983, 3 (5): 279.
- 14 齐幼龄等. “补肺液”防治慢性支气管炎的动物实验观察. 广西中医药. 1992, 15 (3): 44.