

# 合肥市城区低出生体重儿婴儿期体格发育 生长速率的纵向研究\*

江晓阳<sup>1,2</sup> 邵子瑜<sup>1,3</sup> 孙瑜<sup>3</sup> 李培培<sup>3</sup> 卫华章<sup>3</sup> 段毓雯<sup>4</sup> 李玲<sup>5</sup> 王红新<sup>6</sup> 许修琴<sup>7</sup>

(1. 安徽医科大学公共卫生学院儿少卫生与妇幼保健学系, 安徽 合肥 230032; 2. 安徽医科大学附属六安医院, 安徽 六安 237005;  
3. 合肥市妇幼保健计划生育服务中心, 安徽 合肥 230001; 4. 包河区妇幼保健计划生育服务中心, 安徽 合肥 230011;  
5. 蜀山区妇幼保健计划生育服务中心, 安徽 合肥 230011; 6. 瑶海区妇幼保健计划生育服务中心, 安徽 合肥 230042;  
7. 庐阳区妇幼保健计划生育服务中心, 安徽 合肥 230001)

**【摘要】** 目的 纵向随访合肥市城区低出生体重儿(LBWI)0~12月体格发育情况,科学评价LBWI婴儿期生长速率,明确LBWI出生后的生长追赶状况,为生长发育监测及科学喂养提供依据。**方法** 建立LBWI出生队列,共228名LBWI进入随访队列,在儿保系统中选择同期的161名正常出生体重儿(NBWI)作为对照组,监测婴儿0~12月龄体格发育结果。**结果** LBWI男女婴体重、身长、头围各指标在婴儿期均明显低于NBWI组同性别婴儿,LBWI和NBWI婴儿期最大生长速率在生后前3个月内,LBWI组男女婴在1~3月期间体格发育指标增长速度大于NBWI组,3月龄之后各体格指标增长速率逐渐下降,其中体重和头围顺位为1月龄>2月龄>3月龄,身长顺位为3月龄>1月龄>2月龄,LBWI在1岁内体重、身长和头围呈追赶生长,且6个月内追赶较快,尤以4月内明显。早产低出生体重儿(PLBWI)和足月低出生体重儿(MLBWI)体格发育增长速度存在差异,PLBWI出生后6月内增长速度基本大于MLBWI,但两组男女婴最大生长速率均出现在生后前3个月内。**结论** 低出生体重对婴儿的体格发育存在影响,LBWI男女婴婴儿期最大生长速率均出现在生后前3个月内,各体格发育指标增长速度大于NBWI,且各体格发育指标呈现追赶性生长,在4月龄内尤为明显,早产低出生体重儿出生后6月内体重、身长增长速度基本大于足月低出生体重儿。

**【关键词】** 低出生体重; 婴儿; 生长速率; 生长追赶; 体格发育

**【中图分类号】** R722 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2021.11.018

## Longitudinal study on growth rate of physical development of low birth weight infants in Hefei

JIANG Xiaoyang<sup>1,2</sup>, SHAO Ziyu<sup>1,3</sup>, SUN Yu<sup>3</sup>, LI Peipei<sup>3</sup>, WEI Huazhang<sup>3</sup>, DUAN Yuwen<sup>4</sup>,  
LI Lin<sup>5</sup>, WANG Hongxin<sup>6</sup>, XU Xiuqin<sup>7</sup>

(1. Department of Maternal, Child and Adolescent Health, School of Public Health, Anhui Medical University, Hefei 230032, China;  
2. Lu'an Hospital Affiliated to Anhui Medical University, Lu'an 237005, Anhui, China;  
3. Maternal and Child Health Institution of Hefei, Hefei 230001, China;  
4. Baohe District Maternal and Child Health and Family Planning Service Center of Baohe, Hefei 230011, China;  
5. Shushan District Maternal and Child Health and Family Planning Service Center, Hefei 230011, China;  
6. Yaohai District Maternal and Child Health and Family Planning Service Center, Hefei 230042, China;  
7. Luyang District Maternal and Child Health and Family Planning Service Center, Hefei 230001, China)

**【Abstract】 Objective** Longitudinal follow-up of the physical development of low birth weight infants (LBWI) in Hefei city from 0 to 12 months, scientific evaluation of LBWI growth rate in infancy, clarification of the growth catch-up status after LBWI birth, and provide basis for growth and development monitoring and scientific feeding. **Methods** We established an LBWI birth cohort. A total of 228 LBWIs entered the follow-up cohort. 161 normal birth weight infants (NBWI) during the same period were selected as the control group in the child care system to monitor the physical development results of infants from 0 to 12 months. **Results** The weight, length, and head circumference of male and female

infants in LBWI were significantly lower than those of the same-sex infants in the NBWI group during infancy. The maximum growth rate of LBWI and NBWI during infancy was within the first 3 months after birth, and male and female infants in the LBWI group were between 1 and 3 months. During the period, the growth rate of physical development indexes was greater than that of the NBWI group. After 3 months of age, the growth rate of each physical index gradually decreased. Among them, the order of weight and head circumference was 1 month old>2 months old>3 months old, and the order of body length was 3 months old> 1 month old> 2 months, LBWI showed catch-up growth in body weight, length and head circumference within 1 year of age, and catching up quickly within 6 months, especially in 4 months. The growth rate of physical development between PLBWI and MLBWI was different. The growth rate of PLBWI was higher than that of MLBWI in 6 months after birth, but the maximum growth rate of male and female infants in both groups appeared in the first three months after birth. **Conclusion** Low birth weight of infant physical development exists, LBWI male baby infant maximum growth rate have appeared in the first three months after birth, the growth rate is greater than the NBWI physique growth index, and the index of physical development presents the catch-up growth, particularly within 4 months, 6 months after born preterm low birth weight growth rate of body weight, body length is greater than the basic term low birth weight.

**[Key words]** Low birth weight; Infant; Growth rate; Catch-up growth; Physical development

低出生体重儿(Low birth weight infant, LBWI)的生长发育一直都是儿童保健工作者所关注的重点, LBWI 比正常体重儿(Normal birth weight infant, NBWI)生长发育状况差,须在特殊营养支持下,经过生长追赶,达到符合宫外生存的生理成熟水平。LBWI的生长发育特点与NBWI存在不同,目前基于LBWI 婴儿期连续纵向时点监测资料较少,对于LBWI 婴儿期的生长速率研究也较少。因此,本研究拟通过开展合肥市城区 LBWI 生长发育的前瞻性纵向研究,分别对男女婴以及低出生体重儿中早产儿和足月儿生长发育情况进行纵向比较,全面了解 LBWI 婴儿期的生长速率,明确 LBWI 在出生后的生长追赶状况,提供 LBWI 生长监测参考的生长曲线图,为生长发育监测及科学喂养提供依据。

**1 资料与方法**

1.1 一般资料 采用前瞻性队列研究,在合肥市瑶海区、庐阳区、包河区、蜀山区和高新区妇幼保健机构选取本辖区管理的 LBWI(出生体重<2500g)建立队列,同时选取同期系统管理的 NBWI(2500g≤出生体重≤4000g)作为对照组,每收录一名 LBWI,收录一名 NBWI 作为对照,所有婴儿均为本市非农业户口。纳入标准:①母亲居住在研究地区 1 年以上,婴儿出生后 1 年内在合肥市城区居住。②母孕期无精神病、慢性病等影响胎儿发育的高危因素。③家长依从性好,自愿参加本研究。④婴儿出生情况正常。排除标准:①双胞胎或多胎。②出生时有产伤、重度窒息等影响婴儿生长发育的危险因素。③有严重先天疾病和传染病者。本研究经医院伦理委员会批准,共纳入 389 名新生儿进入随访队列, LBWI 228 人,男女婴性别比为 1:1.09;NBWI161 人,男女婴性别比为 1:1.06。两组

婴儿性别、分娩方式、婴儿母亲年龄、职业和文化程度及家庭月收入差异无统计学意义( $P>0.05$ ), LBWI 组出生体重明显低于 NBWI 组,早产比例高于 NBWI 组,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),见表 1。

表 1 LBWI 组与 NBWI 组社会人口学特征及出生情况比较 [ $n(\times 10^{-2})$ ]  
Table 1 Comparison of sociodemographic characteristics and birth status between LBWI group and NBWI group

项目分组	LBWI 组 (n=228)	NBWI 组 (n=161)	统计值	P
母亲年龄(岁, $\bar{x}\pm s$ )	27.7±4.13	27.2±3.22	1.83 <sup>①</sup>	0.471
母亲文化程度				
初中及以下	38(16.7)	15(9.3)	5.402	0.067
高中(中专)	43(18.9)	28(17.4)		
大专及以上	147(64.4)	118(73.3)		
母亲职业				
体力劳动	110(48.2)	70(43.5)	3.703	0.158
体力兼脑力劳动	30(13.2)	12(7.4)		
脑力劳动	88(38.6)	79(49.1)		
家庭月收入				
较差	36(15.8)	13(8.1)	5.776	0.056
中等	102(44.7)	82(50.9)		
较好	90(39.5)	66(41.0)		
婴儿性别				
男	109(47.8)	78(48.4)	0.015	0.901
女	119(52.2)	83(51.6)		
分娩方式				
顺产	99(43.4)	72(44.7)	0.1	0.752
剖宫产	129(56.6)	89(55.3)		
出生体重(g, $\bar{x}\pm s$ )	2138.3±306.1	3375.6±339.6	37.51 <sup>①</sup>	<0.001
是否早产				
早产	131(57.5)	11(6.8)	104.3	<0.001
足月	97(42.5)	150(93.2)		

注:括号内数字为百分比,①为 t 值,余为  $\chi^2$  值

1.2 问卷调查 由统一培训的医生对新生儿父母进行基线调查,内容包括:父母受教育程度、职业、家庭收入、母亲怀孕及分娩情况、婴儿出生情况等,并签署自愿参加本研究的知情同意书。

1.3 监测随访 研究对象随访周期为 1 年,由儿保医生按确定的时点采用统一的方法对两组婴儿进行

纵向随访,重点监测体重、身高、头围情况共计 13 次: 生后 24 h 内、1~12 月、每月满月±5d 各 1 次。

1.4 体格发育资料评估方法 本研究采用体重、身高、头围、身高 Z 积分、体重 Z 积分、头围 Z 积分等指数评价儿童体格生长情况。

1.4.1 体格测量 测量数据由统一培训的医生或护士测量并记录,体重精确至 0.01kg,身高测量精确至 0.1cm,每次测量 2 次,两次重复测量的误差体重不得超过 0.05kg,长度不得超过 0.5cm;头围测量采用无伸缩性的软尺测量,精确至 0.1cm。

1.4.2 生长速度计算 ①追赶生长判断标准:国内外研究均以体格发育指标 Z 积分来评估追赶生长,体重、身高、头围 Z 积分 $\geq -2$  为有追赶生长。②体重身高头围增长速度计算公式: $\Delta W$  = 两次体检体重的差值, $VW$  = 两次体检体重的差值/前一次体检体重值; $\Delta H$  = 两次体检身高的差值, $VH$  = 两次体检身高的

差值/前一次体检身高值; $\Delta HC$  = 两次体检头围的差值, $VHC$  = 两次体检头围的差值/前一次体检头围值。

1.5 统计学分析 采用 EpiData3.1 建立数据库,数据采用双录入,用 SPSS 19.0 进行统计学分析,计量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较采用  $t$  检验,计数资料以百分比表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验, $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 LBWI 组和 NBWI 组婴儿期体格发育情况 LBWI 组男女婴体重、身高、头围等指标均明显低于 NBWI 组同性别婴儿,差异有统计学意义( $P < 0.01$ ),见表 2、表 3。以月龄为自变量 X,分别以体重、身高和头围为应变变量 Y,分性别对 LBWI 组和 NBWI 组绘制散点图和水平曲线,结果显示 0~12 月期间 LBWI 组生长曲线相对 NBWI 组向右移,12 月龄两组体格发育各指标差异存在统计学意义( $P < 0.05$ )。见图 1~图 3。

表 2 两组男婴 0-12 月龄体格发育测量值( $\bar{x} \pm s$ )

Table 2 Measurement of physical development of male infants aged 0-12 months in two groups

体检月龄	LBWI			NBWI		
	体重(kg)	身高(cm)	头围(cm)	体重(kg)	身高(cm)	头围(cm)
0	2.17±0.27	45.8±2.8	31.6±1.6	3.43±0.27	50.5±1.2	34.0±0.9
1	3.56±0.58	51.3±2.4	35.2±1.2	4.86±0.52	56.1±1.7	37.6±1.1
2	4.59±0.63	54.8±2.2	37.2±1.1	6.03±0.68	59.9±2.2	39.3±1.1
3	5.70±0.73	58.7±2.2	39.1±1.0	7.06±0.73	63.2±1.9	40.8±1.1
4	6.59±0.80	61.9±2.2	40.5±1.1	7.88±0.73	65.8±1.9	42.1±1.1
5	7.12±0.79	64.3±2.1	41.5±1.0	8.53±0.79	68.4±1.7	43.1±1.0
6	7.65±0.83	66.4±2.1	42.5±1.1	8.73±0.78	69.8±1.9	43.9±1.1
7	7.96±0.88	68.3±2.4	43.3±1.0	9.28±0.88	71.5±1.9	44.7±1.0
8	8.34±0.88	69.6±2.1	43.9±1.1	9.75±0.99	73.2±2.0	45.2±1.0
9	8.75±0.91	71.1±2.2	44.5±1.2	9.91±0.98	74.4±2.2	45.4±1.1
10	9.18±1.2	72.4±2.5	45.2±1.3	10.1±0.99	75.3±2.2	45.9±1.1
11	9.42±1.11	73.8±2.5	45.4±1.2	10.3±0.89	76.6±1.6	46.2±1.1
12	9.52±0.97	75.0±2.3	45.7±1.2	10.6±1.07	77.9±2.3	46.5±1.2

注:两组男婴各月龄体重、身高、头围比较, $P < 0.01$

表 3 两组女婴 0-12 月龄体格发育测量值( $\bar{x} \pm s$ )

Table 3 Measurement of physical development of female infants aged 0-12 months in two groups

体检月龄	LBWI			NBWI		
	体重(kg)	身高(cm)	头围(cm)	体重(kg)	身高(cm)	头围(cm)
0	2.11±0.34	45.5±3.0	31.5±1.7	3.33±0.37	50.2±1.7	33.9±1.3
1	3.39±0.59	50.3±2.7	34.9±1.4	4.63±0.52	55.6±1.7	37.2±0.9
2	4.41±0.65	54.4±2.7	36.8±1.2	5.60±0.67	58.9±1.9	38.6±1.0
3	5.35±0.75	57.7±2.8	38.3±1.3	6.44±0.78	62.0±1.7	40.0±1.0
4	6.07±0.75	60.4±2.4	39.4±1.1	6.97±0.91	64.0±2.0	41.1±1.1
5	6.65±0.73	62.7±2.2	40.6±1.3	7.55±0.89	66.1±1.8	42.1±1.1
6	7.22±0.89	65.0±2.6	41.7±1.2	8.05±1.0	67.9±1.9	43.0±1.2
7	7.48±0.86	66.4±2.4	42.2±1.2	8.13±0.83	69.3±1.8	43.5±1.2
8	7.91±0.85	68.4±2.5	43.1±1.1	8.67±0.94	71.0±2.0	44.2±1.2
9	8.37±0.92	70.1±2.6	43.6±1.2	8.95±1.00	72.5±1.9	44.5±1.1
10	8.70±0.90	71.7±2.6	44.1±1.1	9.21±1.00	73.9±2.3	44.9±1.0
11	9.00±1.1	72.9±2.6	44.2±1.5	9.59±0.91	75.4±1.8	45.3±1.2
12	9.13±0.98	74.1±2.5	44.7±1.2	9.69±1.0	76.2±2.1	45.7±1.1

注:两组女婴各月龄体重、身高、头围比较, $P < 0.01$

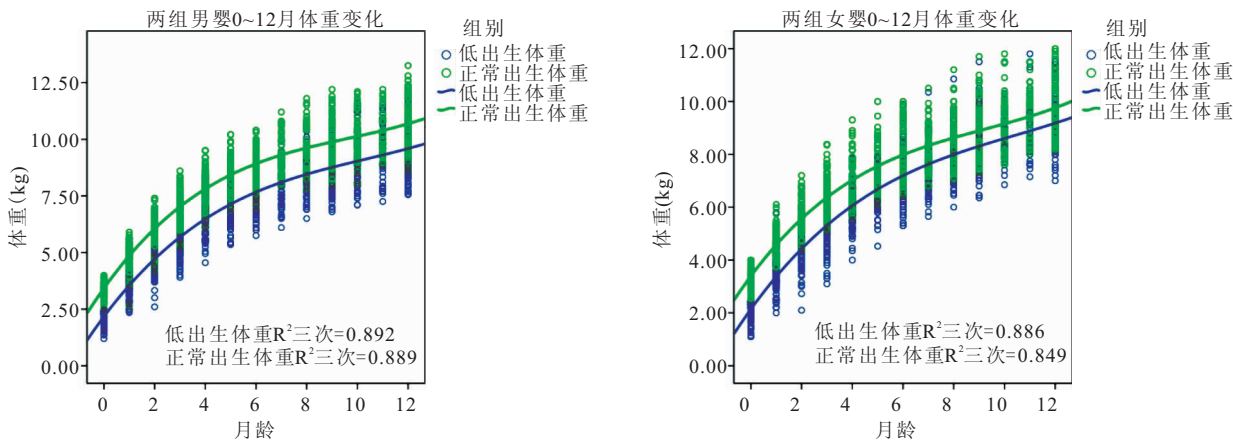


图 1 两组不同性别婴儿 0~12 月体重水平曲线

Figure 1 0-12 month weight level curve of two groups of different gender infants

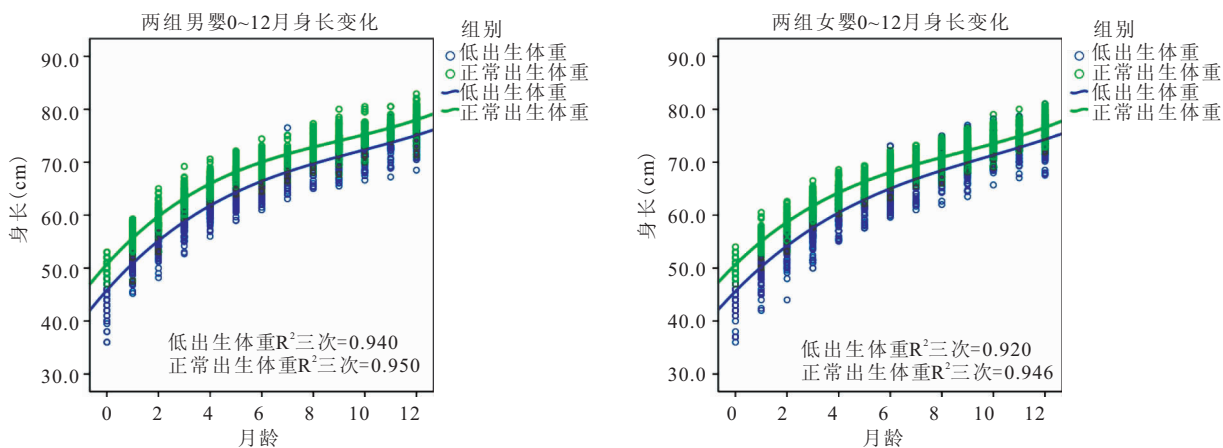


图 2 两组不同性别婴儿 0~12 月身长水平曲线

Figure 2 0-12 month height level curve of two groups of different gender infants

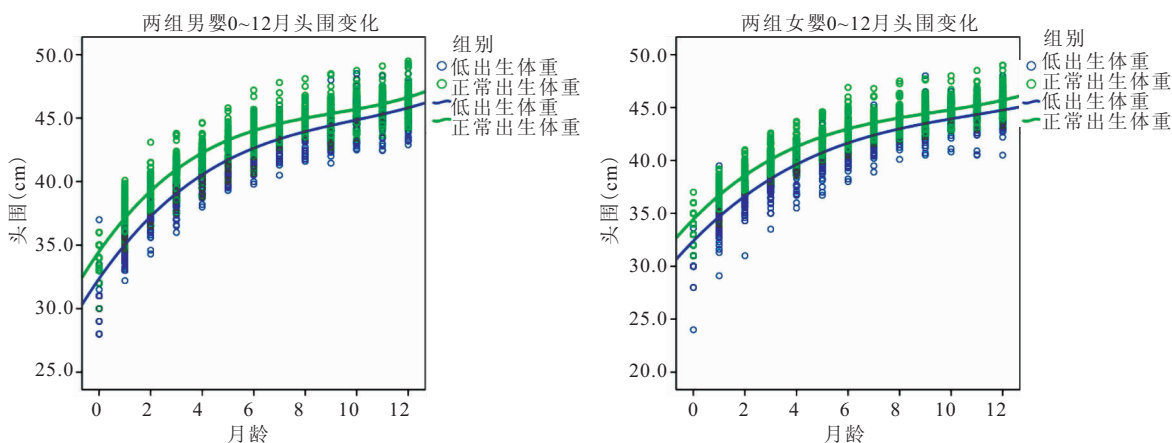


图 3 两组不同性别婴儿 0~12 月头围水平曲线

Figure 3 0-12 month head circumference level curve of two groups of different gender infants

2.2 LBWI 组和 NBWI 组婴儿期生长速度比较  
 LBWI 生长发育轨迹总体规律与 NBWI 组相似,但 3 月内增长速率要快于 NBWI 组。两组男女婴儿最大生长速率均出现在生后前 6 个月内,尤其在 3 个月内显著,其中体重和头围顺位为 1 月龄 > 2 月龄 > 3 月

龄,身高顺位为 3 月龄 > 1 月龄 > 2 月龄,3 月龄之后各体格指标增长速度逐渐下降,见表 4、表 5。从线图上可看出, LBWI 组男婴各月龄体重、身高和头围的增长速度均偏向 NBWI 曲线右侧,6 月龄前更为明显;同样, LBWI 组女婴各月龄体重增长速度偏向 NBWI 组

曲线右侧; 身高除 9~11 月, 其他月龄增长速度均在 NBWI 组曲线右侧; 头围除 10~12 月, 其他月龄增长均值在 NBWI 组曲线右侧。两组体重和头围增长速

度高峰在 0~1 月龄, 之后呈下降趋势; 身高增值高峰出现在 2~3 月, 之后呈快速下降趋势。见图 4~图 6。

表 4 两组男婴 0~12 月龄体格发育指标增长速度比较( $\bar{x} \pm s$ )

Table 4 Comparison of growth rate of physical development index between two groups of male infants aged 0-12 months

体格指标	体检月龄	LBWI 组	NBWI 组	t	P
体重	0~1 月	0.627±0.257	0.423±0.151	6.273	<0.001
	1~2 月	0.345±0.126	0.271±0.085	3.582	0.001
	2~3 月	0.238±0.106	0.168±0.077	4.195	<0.001
	3~4 月	0.161±0.062	0.115±0.049	4.838	<0.001
	4~5 月	0.106±0.054	0.082±0.044	2.54	0.012
	5~6 月	0.066±0.041	0.052±0.029	2.342	0.021
	6~7 月	0.064±0.050	0.048±0.030	1.778	0.079
	7~8 月	0.045±0.029	0.026±0.022	3.097	0.003
	8~9 月	0.041±0.029	0.031±0.024	1.909	0.059
	9~10 月	0.038±0.041	0.028±0.026	1.399	0.165
	10~11 月	0.033±0.031	0.022±0.028	1.583	0.118
	11~12 月	0.020±0.034	0.0194±0.033	0.022	0.982
身高	0~1 月	0.113±0.044	0.111±0.032	0.381	0.703
	1~2 月	0.078±0.026	0.072±0.025	1.24	0.218
	2~3 月	0.144±0.030	0.122±0.021	4.081	<0.001
	3~4 月	0.055±0.021	0.040±0.016	4.505	<0.001
	4~5 月	0.041±0.015	0.038±0.015	1.082	0.281
	5~6 月	0.035±0.016	0.027±0.013	3.279	0.001
	6~7 月	0.030±0.022	0.024±0.013	1.705	0.091
	7~8 月	0.023±0.011	0.021±0.009	1.194	0.236
	8~9 月	0.019±0.010	0.020±0.012	-0.616	0.54
	9~10 月	0.021±0.010	0.016±0.010	2.017	0.046
	10~11 月	0.018±0.009	0.016±0.010	0.767	0.446
	11~12 月	0.018±0.010	0.015±0.010	1.277	0.205
头围	0~1 月	0.124±0.044	0.106±0.042	2.018	0.046
	1~2 月	0.070±0.025	0.048±0.014	5.578	<0.001
	2~3 月	0.048±0.017	0.039±0.013	3.208	0.002
	3~4 月	0.036±0.014	0.028±0.012	3.04	0.003
	4~5 月	0.029±0.011	0.026±0.010	1.836	0.069
	5~6 月	0.024±0.010	0.020±0.009	2.251	0.026
	6~7 月	0.021±0.011	0.014±0.008	4.188	<0.001
	7~8 月	0.015±0.007	0.013±0.006	0.852	0.396
	8~9 月	0.014±0.008	0.010±0.006	2.588	0.011
	9~10 月	0.011±0.008	0.010±0.007	0.301	0.764
	10~11 月	0.009±0.008	0.008±0.006	0.837	0.405
	11~12 月	0.010±0.006	0.009±0.007	0.841	0.403

表 5 两组女婴 0~12 月龄体格发育指标增长速度比较( $\bar{x} \pm s$ )

Table 5 Comparison of growth rate of physical development index between two groups of female infants aged 0-12 months

体格指标	体检月龄	LBWI 组	NBWI 组	t	P
体重	0~1 月	0.604±0.244	0.395±0.139	6.874	<0.001
	1~2 月	0.348±0.157	0.230±0.093	5.183	<0.001
	2~3 月	0.228±0.104	0.143±0.052	6.46	<0.001
	3~4 月	0.154±0.078	0.105±0.038	4.878	<0.001
	4~5 月	0.109±0.052	0.086±0.043	2.488	0.014
	5~6 月	0.083±0.044	0.053±0.033	4.24	<0.001
	6~7 月	0.059±0.038	0.040±0.030	2.87	0.005
	7~8 月	0.045±0.031	0.040±0.027	0.885	0.379
	8~9 月	0.049±0.045	0.037±0.027	1.647	0.103
	9~10 月	0.039±0.035	0.035±0.031	0.575	0.567
	10~11 月	0.039±0.038	0.029±0.041	0.946	0.348
	11~12 月	0.021±0.040	0.025±0.035	-0.358	0.721
身高	0~1 月	0.106±0.050	0.108±0.034	-0.271	0.786
	1~2 月	0.085±0.029	0.066±0.023	3.848	<0.001
	2~3 月	0.143±0.037	0.113±0.023	5.426	<0.001
	3~4 月	0.050±0.025	0.035±0.012	4.862	<0.001
	4~5 月	0.040±0.016	0.035±0.015	2.028	0.045
	5~6 月	0.035±0.014	0.025±0.012	4.044	<0.001
	6~7 月	0.028±0.017	0.026±0.011	0.978	0.33
	7~8 月	0.026±0.012	0.022±0.010	1.726	0.088
	8~9 月	0.023±0.012	0.024±0.013	-0.408	0.684
	9~10 月	0.019±0.012	0.019±0.011	0.052	0.959
	10~11 月	0.017±0.011	0.020±0.010	-0.791	0.433
	11~12 月	0.018±0.009	0.016±0.010	0.988	0.326
头围	0~1 月	0.116±0.042	0.100±0.042	1.951	0.054
	1~2 月	0.060±0.022	0.044±0.013	4.894	<0.001
	2~3 月	0.043±0.016	0.036±0.013	2.637	0.009
	3~4 月	0.034±0.013	0.030±0.012	1.934	0.055
	4~5 月	0.029±0.013	0.024±0.009	2.266	0.025
	5~6 月	0.028±0.015	0.019±0.008	4.482	<0.001
	6~7 月	0.018±0.009	0.016±0.009	0.976	0.333
	7~8 月	0.013±0.007	0.011±0.007	1.418	0.159
	8~9 月	0.014±0.009	0.011±0.008	1.436	0.154
	9~10 月	0.010±0.007	0.009±0.004	0.901	0.37
	10~11 月	0.009±0.007	0.009±0.005	-0.414	0.91
	11~12 月	0.008±0.006	0.009±0.007	-0.717	0.479

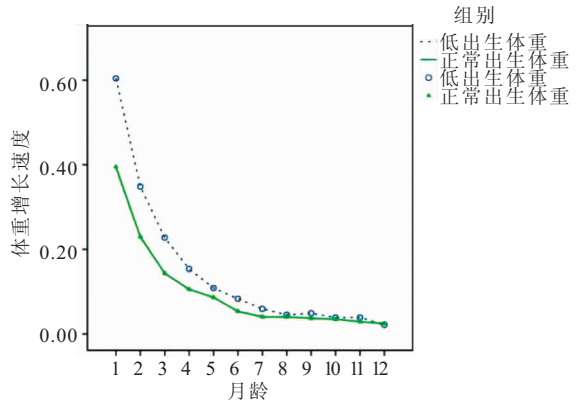
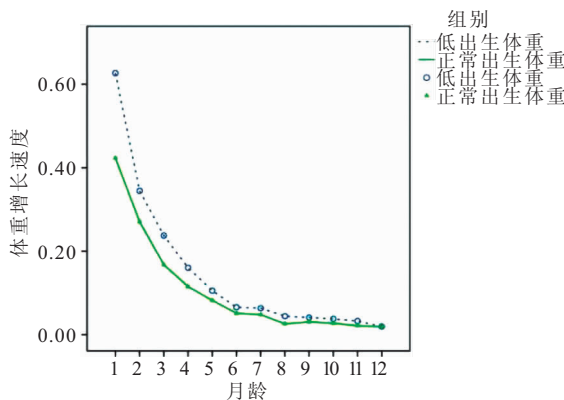


图 4 两组不同性别婴儿 0~12 月龄体重增长速度变化(左为男婴, 右为女婴)

Figure 4 Change of weight growth rate of infants of different genders from 0 to 12 months (male on the left and female on the right)

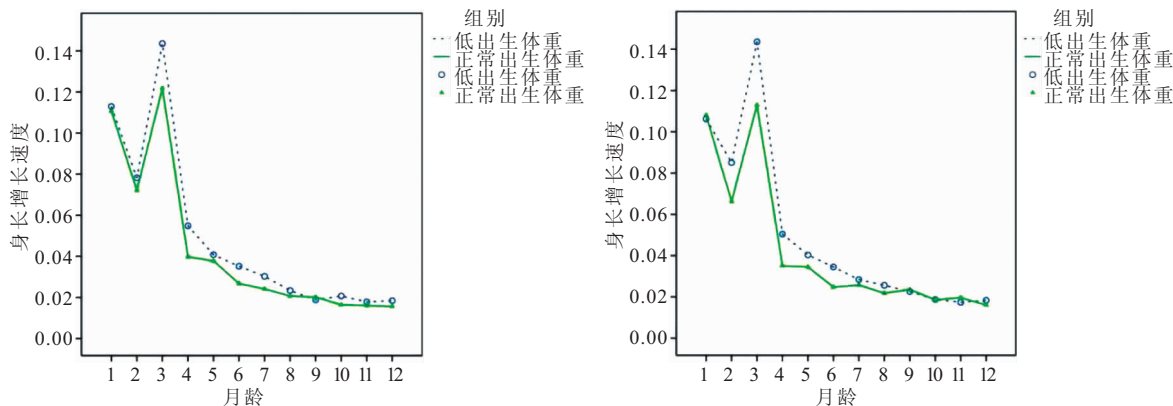


图 5 两组不同性别婴儿 0~12 月身长增长速度变化(左为男婴,右为女婴)

Figure 5 The growth rate of body length from 0 to 12 months in two groups (male on the left and female on the right)

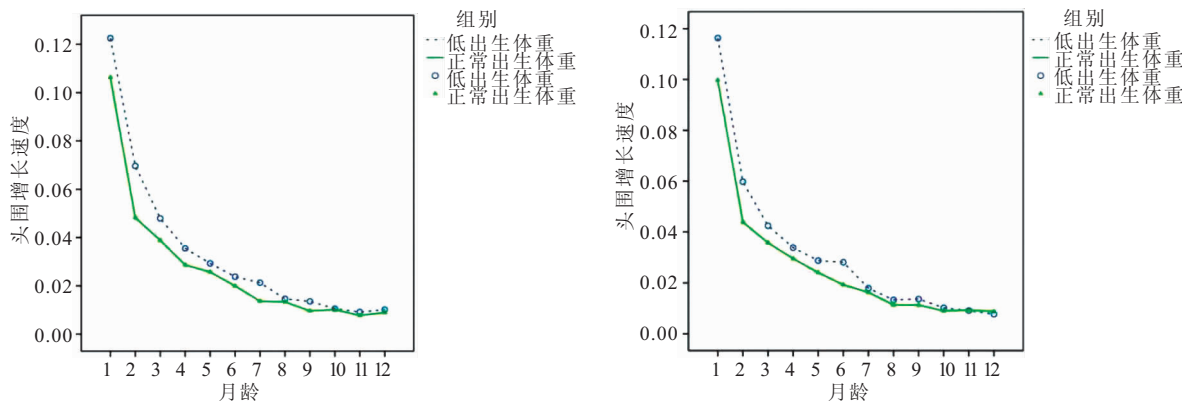


图 6 两组不同性别婴儿 0~12 月头围增长速度变化(左为男婴,右为女婴)

Figure 6 Changes of growth rate of head circumference between 0 and 12 months in the two groups

2.3 LBWI 组中 PLBW 和 MLBW 两组婴儿期生长速度比较 根据体重和胎龄分类的关系分组, LBWI 组分为早产低出生体重 (Preterm low birth weight, PLBW) 组和足月低出生体重 (Mature low birth weight infant, MLBW) 组, PLBW131 人 (57.5%), MLBW97 人 (42.5%)。PLBW 和 MLBW 两组男女婴儿最大生长速率亦出现在生后前 3 个月内, 其中体重和头围顺位为 1 月龄 > 2 月龄 > 3 月龄, 身长顺位为 3 月龄 > 1 月龄 > 2 月龄, 3 月龄之后各体格指标增长速率大体呈逐渐下降趋势。PLBW 组男婴体重增长速度在 0~6 月时均超过 MLBW 组, 差异有统计学意义 (均  $P < 0.05$ ); 身长增长速度在 2~4 月时超过 MLBW 组, 差异有统计学意义; 头围增长速度在 2~4 月和 7~8 月时超过 MLBW 组, 差异有统计学意义 (均  $P < 0.05$ )。PLBW 组女婴体重增长速度在 0~7 月时明显大于 MLBW 组, 差异有统计学意义; 身长、头围增长速度均在 0~6 月时明显大于 MLBW 组, 差异有统计学意义 (均  $P < 0.05$ )。PLBW 组出生后 6 月内增长速度基本大于 MLBW 组, 见表 6、表 7。

2.4 LBWI 组体格发育指标追赶生长情况 标准差

比值法是比较常用的评价儿童体格生长的方法, 适于不同质人群间比较, 能更准确的评价儿童体格生长。计算公式:  $Z = (X - MD) / S$  ( $X$  为分析指标如身高、体重等的个体观察值,  $MD$  为参考标准中位数,  $S$  为标准差)。LBWI 生长追赶定义为  $Z$  积分  $\geq 0.67$ <sup>[1]</sup>, 体重、身高和头围的标准分是以 WHO2006 版标准计算。结果显示, LBWI 在 1 岁内体重、身长和头围呈追赶生长, 且 6 个月内追赶较快, 尤以 4 月内更为明显。LBWI 男婴 6 月龄时体重的生长追赶优于身长和头围, 1 岁时所有 LBWI 体重都实现了追赶。LBWI 女婴 6 月龄时同样体重的生长追赶优于身长和头围, 且在 8 月龄时所有 LBWI 体重都实现了追赶, 见表 8。

### 3 讨论

本研究发现 LBWI 男女婴体重、身长、头围在婴儿期均低于 NBWI 组同性别婴儿, 即使至 12 月龄两组体格发育各指标差异仍十分显著, 这与田园等<sup>[2]</sup> 研究结果一致。本调查结果显示, LBWI 和 NBWI 婴儿期最大生长速率均出现在生后前 3 个月内, LBWI 组男女婴在 1~3 月期间体格发育指标增长速度大于 NBWI 组, 3 月龄之后各体格指标增长速率逐渐下降。

表 6 两组男婴 0~12 月龄体格发育指标增长速度比较( $\bar{x} \pm s$ )

Table 6 Comparison of growth rate of physical development index between two groups of male infants aged 0-12 months

体格指标	体检月龄	PLBW 组	MLBW 组	<i>t</i>	<i>P</i>
体重	0~1 月	0.627±0.257	0.423±0.151	6.273	<0.001
	1~2 月	0.344±0.126	0.271±0.085	3.582	0.001
	2~3 月	0.238±0.106	0.168±0.077	4.195	<0.001
	3~4 月	0.161±0.062	0.115±0.049	4.838	<0.001
	4~5 月	0.106±0.054	0.082±0.044	2.54	0.012
	5~6 月	0.066±0.041	0.052±0.029	2.342	0.021
	6~7 月	0.064±0.050	0.048±0.030	1.778	0.079
	7~8 月	0.045±0.029	0.026±0.022	3.097	0.003
	8~9 月	0.041±0.029	0.031±0.024	1.909	0.165
	9~10 月	0.038±0.041	0.028±0.026	1.399	0.059
	10~11 月	0.033±0.031	0.022±0.028	1.583	0.118
身长	11~12 月	0.018±0.033	0.018±0.031	0.008	0.994
	0~1 月	0.113±0.043	0.111±0.032	0.381	0.703
	1~2 月	0.078±0.026	0.072±0.025	1.234	0.22
	2~3 月	0.144±0.030	0.122±0.021	4.081	<0.001
	3~4 月	0.055±0.021	0.040±0.017	4.505	<0.001
	4~5 月	0.041±0.015	0.039±0.015	1.082	0.281
	5~6 月	0.035±0.016	0.027±0.013	3.279	0.001
	6~7 月	0.030±0.022	0.024±0.013	1.751	0.091
	7~8 月	0.023±0.011	0.021±0.009	1.194	0.236
	8~9 月	0.019±0.010	0.020±0.012	-0.616	0.54
	9~10 月	0.021±0.010	0.016±0.010	2.017	0.046
头围	10~11 月	0.018±0.009	0.016±0.010	0.767	0.446
	11~12 月	0.018±0.010	0.015±0.010	1.277	0.205
	0~1 月	0.123±0.044	0.106±0.042	2.018	0.046
	1~2 月	0.070±0.025	0.048±0.014	5.578	<0.001
	2~3 月	0.048±0.017	0.039±0.013	3.208	0.002
	3~4 月	0.036±0.014	0.029±0.012	3.04	0.003
	4~5 月	0.029±0.011	0.026±0.010	1.836	0.069
	5~6 月	0.024±0.010	0.020±0.009	2.251	0.026
	6~7 月	0.021±0.011	0.014±0.008	4.188	<0.001
	7~8 月	0.015±0.007	0.013±0.006	0.852	0.396
	8~9 月	0.014±0.008	0.010±0.006	2.588	0.011
9~10 月	0.011±0.008	0.010±0.007	0.301	0.764	
10~11 月	0.009±0.008	0.008±0.006	0.837	0.405	
11~12 月	0.010±0.006	0.009±0.007	0.841	0.403	

表 7 两组女婴 0~12 月龄体格发育指标增长速度比较( $\bar{x} \pm s$ )

Table 7 Comparison of growth rate of physical development index between two groups of female infants aged 0-12 months

体格指标	体检月龄	PLBW 组	MLBW 组	<i>t</i>	<i>P</i>
体重	0~1 月	0.604±0.244	0.395±0.139	6.874	<0.001
	1~2 月	0.348±0.157	0.230±0.093	5.183	<0.001
	2~3 月	0.228±0.104	0.143±0.052	6.46	<0.001
	3~4 月	0.154±0.078	0.105±0.038	4.878	<0.001
	4~5 月	0.109±0.052	0.086±0.043	2.488	0.014
	5~6 月	0.083±0.043	0.053±0.033	4.24	<0.001
	6~7 月	0.059±0.03780	0.040±0.031	2.87	0.005
	7~8 月	0.045±0.031	0.040±0.027	0.885	0.379
	8~9 月	0.049±0.045	0.037±0.027	1.647	0.103
	9~10 月	0.039±0.035	0.035±0.031	0.575	0.567
	10~11 月	0.039±0.038	0.029±0.041	0.946	0.348
身长	11~12 月	0.020±0.038	0.023±0.034	-0.398	0.692
	0~1 月	0.106±0.050	0.108±0.034	-0.271	0.786
	1~2 月	0.085±0.029	0.066±0.023	3.848	<0.001
	2~3 月	0.144±0.037	0.113±0.023	5.426	<0.001
	3~4 月	0.050±0.025	0.035±0.012	4.862	<0.001
	4~5 月	0.040±0.016	0.035±0.015	2.028	0.045
	5~6 月	0.035±0.014	0.025±0.012	4.044	<0.001
	6~7 月	0.028±0.017	0.026±0.011	0.978	0.33
	7~8 月	0.026±0.012	0.022±0.010	1.718	0.089
	8~9 月	0.023±0.012	0.024±0.013	-0.408	0.684
	9~10 月	0.018±0.012	0.019±0.011	0.052	0.959
头围	10~11 月	0.017±0.011	0.020±0.010	-0.791	0.433
	11~12 月	0.018±0.009	0.016±0.010	0.988	0.326
	0~1 月	0.116±0.042	0.100±0.042	1.951	0.054
	1~2 月	0.060±0.022	0.044±0.013	4.834	<0.001
	2~3 月	0.043±0.016	0.036±0.013	2.637	0.009
	3~4 月	0.034±0.013	0.030±0.012	1.934	0.055
	4~5 月	0.029±0.013	0.024±0.009	2.266	0.025
	5~6 月	0.028±0.014	0.019±0.008	4.482	<0.001
	6~7 月	0.018±0.009	0.016±0.009	0.972	0.333
	7~8 月	0.013±0.007	0.011±0.007	1.418	0.159
	8~9 月	0.014±0.009	0.011±0.008	1.436	0.154
9~10 月	0.010±0.007	0.009±0.006	0.901	0.37	
10~11 月	0.009±0.007	0.009±0.006	-0.114	0.91	
11~12 月	0.008±0.006	0.009±0.007	-0.717	0.476	

表 8 LBWI 男、女婴各月龄体格发育指标追赶生长情况 [ $n(\times 10^{-2})$ ]

Table 8 Catch up growth of LBWI male and female infants

组别	体检月龄	WAZ $\geq 0.67$	HAZ $\geq 0.67$	HCZ $\geq 0.67$
男婴	1	62(72.1)	58(63.7)	59(64.8)
	2	54(73.0)	38(51.4)	52(70.3)
	3	94(89.5)	80(76.2)	88(83.8)
	4	83(94.3)	72(81.8)	76(86.4)
	5	71(93.4)	66(86.8)	67(88.2)
	6	101(96.2)	96(91.4)	99(94.3)
	7	57(98.3)	55(93.2)	56(94.9)
	8	57(98.3)	52(89.7)	53(91.4)
	9	95(97.9)	89(92.7)	93(96.9)
	10	61(96.8)	56(88.9)	60(96.8)
	11	48(98.0)	44(89.8)	45(91.8)
	12	98(100.0)	94(95.9)	91(95.8)
女婴	1	68(75.6)	59(64.8)	69(75.8)
	2	79(84.9)	69(74.2)	76(81.7)
	3	100(89.3)	93(83.0)	97(86.6)
	4	87(95.6)	78(85.7)	80(87.9)
	5	75(97.4)	69(89.6)	69(90.8)
	6	110(96.5)	105(92.1)	108(94.7)
	7	64(98.5)	58(89.2)	63(96.9)
	8	61(100.0)	59(96.7)	60(98.4)
	9	109(100.0)	105(96.3)	106(97.2)
	10	44(100.0)	43(97.7)	43(97.7)
	11	41(100.0)	40(97.6)	39(95.1)
	12	111(100.0)	108(96.4)	111(99.1)

其中体重和头围顺位为 1 月龄>2 月龄>3 月龄,身长顺位为 3 月龄>1 月龄>2 月龄。这与国内 1995 年 9 市儿童体格发育调查研究协作组、中国 6 城市母乳喂养婴儿生长速率监测纵向研究结果一致<sup>[3-4]</sup>,但体重和身长生长速率顺位略有不同。本研究发现 PLBW 和 MLBW 婴儿期最大生长速率亦出现在生后前 3 个月内,3 月龄之后各体格指标增长速率大体呈逐渐下降趋势,从总体趋势看,PLBW 组男女婴在 0-12 月期间体格发育指标增长速度大多快于 MLBW 组,早产低出生体重儿婴儿期体重、身长增长速度快于足月低出生体重儿,与国内外相关研究结果一致<sup>[5-7]</sup>。吕永雪<sup>[8]</sup>等研究发现生后 12 个月内,PLBW、MLBW 一直在追赶生长,满月后 PLBW 组身长、体重、头围的生长速率显著超过 MLBW,与本次结果相近。目前一般认为 MLBW 与宫内慢性缺氧引起胎儿宫内发育迟缓有关,出生后并发症多,追赶生长落后于 PLBW<sup>[9]</sup>。

大量流行病学资料显示低出生体重儿出生后一旦达到一定的能量及营养素供给,他们的实际增长速度会达到或超过参考人群的生长速度,即实现生长追赶<sup>[10]</sup>。目前普遍认为低出生体重儿生长追赶的最佳时期是生后第 1 年,尤其是前半年<sup>[11]</sup>。本研究结果显示,LBWI 在 1 岁内体重、身长和头围呈追赶生长,且 6 个月内追赶较快,尤以 4 月内明显,这与王丹华等<sup>[12]</sup>的研究结果一致。结果还显示 6 月龄时有超过 90% 的 LBWI 体格发育达到正常水平,体重的生长优于身长和头围,LBWI 男女婴分别在 1 岁时和 8 月龄时所有体重都实现了追赶。与张勇等<sup>[13]</sup>研究相比, LBWI 在 6 月龄体格发育指标达正常水平的比例有所提高,特别是体重,这可能与近年来 LBWI 出院后喂养越来越受到家长重视有关,也从侧面提醒要更多关注 LBWI 可能会出现过度喂养而导致肥胖的现象。但也有研究显示出生体重越低,追赶生长所需时间越长<sup>[14-15]</sup>。因此,重视 LBWI 门诊管理和合理干预,是使 LBWI 实现良好生长追赶行之有效的办法。

近年来,国内外学者关于 LBWI 的相关研究逐渐深入,对 LBWI 的高危性及远期影响的认识也更为全面。低出生体重儿可能由于接触高氧影响肺组织和血管床的正常发育轨迹,导致肺的发育障碍,造成支气管发育不良<sup>[16]</sup>。周玉润等<sup>[17]</sup>研究发现,与正常体重儿相比, LBWI 在生长关键期体重的增长高于身高的增长,易出现超重、肥胖。而更多的研究发现低出生体重与成年期糖尿病、高血压、心血管疾病具有明显相关性<sup>[18-21]</sup>, LBWI 生命早期过快的体重增长与儿童哮喘病、儿童肥胖、成人期心血管疾病、代谢综合征等有关<sup>[22-26]</sup>。因此,有必要对 LBWI 进行长期的生长发育纵向研究,甚至延伸至青春期、成人期,从而进一步明确 LBWI 婴儿期增长速率过快是否会引起儿童肥胖、成年期心血管疾病。

#### 4 结论

低出生体重对婴儿的体格发育存在影响, LBWI 婴儿期最大生长速率均出现在生后前 3 个月内,各体格发育指标增长速度大于 NBWI,且各体格发育指标呈现追赶性生长,在 4 月龄内尤为明显,早产低出生体重儿出生后 6 月内体重、身长增长速度基本大于足月低出生体重儿。因此,应关注 LBWI 的生长发育尤其是追赶性生长,加强对 LBWI 生长发育轨迹的长期随访,促进 LBWI 理想适宜的追赶生长。

#### 【参考文献】

[1] ONG K K, AHMED M L, EMMETT P M, *et al.* Association between postnatal catch-up growth and obesity in childhood;

prospective cohort study[J]. *BMJ*, 2000, 320(7240):967-971.

[2] 田园, 于广军, 姚国英, 等. 上海市 0~6 岁低出生体重早产儿体格发育状况调查和分析[J]. *中国儿童保健杂志*, 2015, 23(2):133-136.

[3] 李辉, 闫桂凤, 张璇. 1995 年九市城郊七岁以下儿童体格发育的调查[J]. *中华医学杂志*, 1998(3):3-5.

[4] 徐轶群, 王惠珊, 黄小娜, 等. 中国六城市母乳喂养婴儿 0~12 月生长发育纵向研究[J]. *中国儿童保健杂志*, 2011, 19(6):497-501.

[5] Hsu CT, Chen CH, Lin MC, *et al.* Post-discharge body weight and neurodevelopmental outcomes among very low birth weight infants in Taiwan: A nationwide cohort study. *PLoS One*, 2018, 13(2):e0192574.

[6] 柯海劲, 吴婕翎, 郭勇, 等. 早产低出生体重儿婴儿期追赶生长情况分析[J]. *中国儿童保健杂志*, 2018, 26(4):427-429.

[7] 林玲, 张丽珊, 王蒂, 等. 上海市浦东新区 0~3 岁低出生体重儿的生长轨迹研究[J]. *中国儿童保健杂志*, 2020, 28(10):1157-1161.

[8] 吕永雪, 唐剑波. 低出生体重的早产儿和足月儿生长状况分析[J]. *中国儿童保健杂志*, 2010, 18(9):652-654+671.

[9] KESAVAN K, DEVASKAR S U. Intrauterine Growth Restriction: Postnatal Monitoring and Outcomes. *Pediatr Clin North Am*, 2019, 66(2):403-423.

[10] PRADER A, TANNER J M, VON HAMACK G, *et al.* Catch-up grow in following illness or starvation[J]. *J Pediatr*, 1963, 63(5):646-659.

[11] 汪颖焯, 黄诚茵, 郑利祥, 等. 低出生体重与正常出生体重 1 岁内生长速率的对照研究[J]. *浙江预防医学*, 2015, 27(3):225-228.

[12] 王丹华, 刘喜红. 早产、低出生体重儿出院后喂养建议[J]. *中华儿科杂志*, 2016, 54(1):6-12.

[13] 张勇, 李燕晖, 梁静, 等. 低出生体重早产儿 1 岁内体格追赶生长的纵向研究[J]. *中国妇幼健康研究*, 2020, 31(4):413-417.

[14] GÄDDLINP O. Follow-up studies of very low birth weight children in Sweden[J]. *Acta Paediatr*, 2011, 100(7):940-949.

[15] 马立新. 早产低出生体重儿 136 例生长状况的分析[J]. *中国临床医生杂志*, 2016, 44(5):97-99.

[16] 董文斌, 王君怡. 早产儿支气管肺发育不良的氧化应激机制[J]. *西部医学*, 2019, 31(5):657-661+669.

[17] 周玉润, 陈婕, 孙建乐, 等. 低出生体重儿追赶性生长跨度与儿童期超重肥胖的相关性研究[J]. *中国儿童保健杂志*, 2018, 26(3):236-238+250.

[18] VON BONSDORFF M E, VON BONSDORFF M B, MARTI-KAINEN J, *et al.* Body size at birth and coronary heart disease-related hospital care in adult men - findings from the Helsinki Birth Cohort Study. *Ann Med*, 2017, 49(2):126-133.

[19] KAHN L G, BUKA S L, CIRILLO P M, *et al.* Evaluating the Relationship Between Birth Weight for Gestational Age and Adult Blood Pressure Using Participants From a Cohort of Same-Sex Siblings, Discordant on Birth Weight Percentile. *Am J Epidemiol*, 2017, 186(5):550-554.

[20] RÖNN P F, JØRGENSEN M E, SMITH L S, *et al.* Associations between birth weight and glucose intolerance in adulthood among Greenlandic Inuit. *Diabetes Res Clin Pract*, 2019, 150:129-137.

ance in children with bronchial asthma[J]. *China Medical Journal*, 2019, 16(5):76-79.

[12] 张媛媛, 贾伟娜. 阿奇霉素联合孟鲁司特钠对支原体肺炎患儿免疫球蛋白、补体水平及炎症因子的影响[J]. *临床肺科杂志*, 2019, 24(2):289-292.

[13] LIU Yang. 血清 IL-17 和儿童特应性体质肺炎支原体肺部感染的关系研究[J]. *临床肺科杂志*, 2019, 24(7):1204-1206.

[14] 张文波, 程宝金. 肺炎支原体肺炎患儿外周血 IL-10, IL-17 表达及其与肺功能的关系[J]. *中国妇幼保健*, 2017, 13(32):125-127.

[15] 石连霞, 魏寒松. 肺炎支原体肺炎患儿巨噬细胞趋化因子 8、白细胞介素-17、白细胞介素-23 及免疫球蛋白水平的变化情况[J]. *中国妇幼保健*, 2020, 35(12):2241-2244.

[16] 李会娟, 梁东阁, 常会娟, 等. 伴有 MP 感染的大叶性肺炎患儿 BALF 中细胞因子水平变化及其意义[J]. *临床肺科杂志*, 2019, 24(1):26-29.

[17] 廖震, 楼凌云, 管敏昌, 等. 血清 IL-18、IL-33 及 FeNO 与儿童支原体肺炎的相关性研究[J]. *中华全科医学*, 2019, 17(6):984-986.

[18] 陈俊龙, 张春丽. 支气管肺发育不良患儿血清白细胞介素 33 的水平变化及临床意义[J]. *中国当代儿科杂志*, 2020, 22(7):716-720.

[19] HU LIWEI. Clinical significance of detection of immunoglobulin IgM, IgG and IgA levels in children with *Mycoplasma pneumoniae* infection[J]. *Health nutrition in China*, 2017, 27(33):42-43.

[20] 李沫民, 柳旒, 张森, 等. 肺炎支原体感染患儿的免疫水平研究[J]. *中华医院感染学杂志*, 2017, 27(16):3795-3797.

(收稿日期: 2021-01-11; 修回日期: 2021-04-29; 编辑: 张翰林)

(上接第 1646 页)

[23] 张佳铖, 周清臣, 毕良宽, 等. CARD10 在肾细胞癌中表达及其可能的作用机制[J]. *临床泌尿外科杂志*, 2019, 34(3):222-226.

[24] 常燕, 唐帆, 张启华, 等. 乳腺癌的 CARD9、P12-LOX 表达与钼靶 X 线表现相关性分析[J]. *中国地方病防治杂志*, 2017, 32(11):1264-1265+1267.

[25] XUE J, WU X L, HUANG X T, *et al.* Correlation of caveolin-1 expression with microlymphatic vessel density in colorectal adenocarcinoma tissues and its correlation with prognosis[J]. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 2015, 8(8):655-657.

[26] 张茂娜, 张弘, 张雷, 等. 微小 RNA-326 靶向 CARD10 抑制乳腺癌细胞的增殖和侵袭[J]. *山西医科大学学报*, 2018, 49(9):1063-1067.

[27] WEI X, HE J, WANG J, *et al.* Bmi-1 is essential for the oncogenic potential in CD133+ human laryngeal cancer cells[J]. *Tumor Biology*, 2015, 36(11):8931-8942.

[28] YUEH-CHUN L, WEN-WEI C, YI-YING C, *et al.* Hsp90 $\alpha$  Mediates BMI1 Expression in Breast Cancer Stem/Progenitor Cells through Facilitating Nuclear Translocation of c-Myc and EZH2[J]. *International Journal of Molecular Ences*, 2017, 18(9):1986-1989.

[29] REN H, DU P, GE Z, *et al.* TWIST1 and BMI1 in Cancer Metastasis and Chemoresistance[J]. *Journal of Cancer*, 2016, 7(9):1074-1080.

(收稿日期: 2020-12-23; 修回日期: 2021-03-30; 编辑: 张翰林)

(上接第 1654 页)

[21] FERNANDEZ-EGEA E, WALKER R, ZIAUDEEN H, *et al.* Birth weight, family history of diabetes and diabetes onset in schizophrenia. *BMJ Open Diabetes Res Care*, 2020, 8(1):e001036.

[22] TSAI H J, WANG G, HONG X, *et al.* Early Life Weight Gain and Development of Childhood Asthma in a Prospective Birth Cohort. *Ann Am Thorac Soc*, 2018, 15(10):1197-1204.

[23] ENY K M, MAGUIRE J L, DAI D W H, *et al.* Association of accelerated body mass index gain with repeated measures of blood pressure in early childhood. *Int J Obes (Lond)*, 2019, 43(7):1354-1362.

[24] PENNY M E, JIMENEZ M M, MARIN R M. Early rapid weight gain and subsequent overweight and obesity in middle childhood in Peru. *BMC Obes*, 2016, 3:55.

[25] VELAZQUEZ-BAUTISTA M, LÓPEZ-SANDOVAL J J, GONZÁLEZ-HITA M, *et al.* Association of metabolic syndrome with low birth weight, intake of high-calorie diets and acanthosis nigricans in children and adolescents with overweight and obesity. *Endocrinol Diabetes Nutr*, 2017, 64(1):11-17.

[26] 宋泽宇, 李秀红. 早产儿早期追赶生长对后期发育影响的研究进展[J]. *中国儿童保健杂志*, 2017, 25(3):265-267.

(收稿日期: 2021-04-26; 修回日期: 2021-06-11; 编辑: 张翰林)