

宫外发育迟缓早产儿部分生化代谢指标分析*

林晴晴¹, 王 鉴^{2**}

(1. 贵州医科大学, 贵州 贵阳 550004; 2. 贵州医科大学附院 新生儿科, 贵州 贵阳 550004)

[摘要] 目的: 探讨宫外发育迟缓(EUGR)早产儿生化代谢指标的变化。方法: 60例早产儿分为EUGR组及非EUGR组, 于出生后7、14 d、3月龄、6月龄4个时间点测量两组早产儿的体格指标(体质量、身长、头围), 并于同一时间点清晨取空腹外周静脉血检测清蛋白(ALB)、前清蛋白(PA)、胆固醇(TC)、三酰甘油(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、空腹血糖(FBG)、INS、C肽、IGF-1, 计算胰岛素抵抗指数(IRI)。结果: EUGR组7、14 d体质量低于非EUGR组, 3月龄、6月龄体质量、头围、身长低于非EUGR组, 体质量、头围及身长落后比例高于非EUGR组, 差异有统计学意义($P < 0.05$); EUGR组7、14 d、3月龄、6月龄PA水平低于非EUGR组早产儿, 3月龄、6月龄IGF-1水平低于非EUGR组, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 两组新生儿PA、IGF-1水平随日龄增加有升高趋势; 3月龄logINS高于非EUGR组, 发生胰岛素抵抗(IR)的例数多于非EUGR组, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。结论: 早产儿EUGR与PA水平、IGF-1水平和IR密切相关。

[关键词] 婴儿, 早产, 疾病; 发育障碍; 生化指标; 代谢

[中图分类号] R725.89 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1000-2707(2017)04-0459-05

DOI: 10.19367/j.cnki.1000-2707.2017.04.018

Analysis of Some Biochemical and Metabolic Indices of Premature Infants with Extrauterine Growth Retardation

LIN Qingqing¹, WANG Jian²

(1. Guizhou Medical University, Guiyang 550004, Guizhou, China; 2. Department of Neonatology, the Affiliated Hospital of Guizhou Medical University, Guiyang 550004, Guizhou, China)

[Abstract] **Objective:** To investigate the changes of biochemical and metabolic indices in premature infants with extrauterine growth retardation (EUGR). **Methods:** Sixty premature infants are categorized into EUGR group and non-EUGR group. Physical indices (body weight, body length and head circumference) were detected in 7 d, 14 d, 3 and 6 months after birth, and at the same time fasting peripheral venous blood was drawn to examine the levels of albumin (ALB), prealbumin (PA), cholesterol (TC), triglyceride (TG), high density lipoprotein-cholesterol (HDL-C), low density lipoprotein-cholesterol (LDL-C), fasting blood glucose (FBG), insulin, C-peptide (CP), insulin-like growth factor (IGF-I), and insulin resistance index (IRI) was calculated. **Results:** The body weight of EUGR group infants was lower than non-EUGR group at 7 d and 14 d after birth ($P < 0.05$); body weight, head circumference and body length of EUGR group infants were lower than non-EUGR group at 3 and 6 months after birth ($P < 0.05$). The growth retardation rates of weight, head circumference and body length of EUGR group infants were higher than that of non-EUGR group at 3 and 6 months after birth ($P < 0.05$). The level of PA of EUGR group was lower than that of non-EUGR group at 7 d, 14 d, 3 and 6 months after birth; the level of IGF-1 of EUGR group was lower than that of non-EUGR group at 3 and 6 months after birth ($P < 0.05$), the levels of PA and IGF-1 of all the groups tended to

*[基金项目] 贵州省科技厅科学技术基金[黔科合J字(2009)2160号]

**通信作者 E-mail: 378314357@qq.com

网络出版时间: 2017-04-19 网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/52.1164.R.20170419.1515.024.html>

increase along with age increasing. The level of INS of EUGR group was higher than that of non-EUGR group at 3 months after birth ($P < 0.05$); Occurrence of insulin resistance (IR) in EUGR group was higher than non-EUGR group in 3 months after birth ($P < 0.05$). **Conclusions:** The levels of PA、IGF-1 and IR are closely related to the EUGR of premature infant.

[**Key words**] infant, premature, disease; developmental disorder; biochemical index; metabolism

随着新生儿重症监护病房(neonatal intensive care unit, NICU)的建立以及营养支持技术的快速发展,早产儿的存活率逐渐增加,但由于宫内营养储备不足,加之各种风险疾病的影响,早产儿宫外发育迟缓(extra-uterine growth restriction, EUGR)的发生率也逐渐增加。研究证实,EUGR 不仅关系到早产儿近期体格发育,还影响远期语言能力、认知能力^[1],甚至与成人期的代谢性疾病密切相关。早产儿出生时血清前清蛋白(prealbumin, PA)、总蛋白(total protein, TP)均低于正常足月儿,在早产儿中 EUGR 患儿的 PA 比其他早产儿更低^[2],因此早期供给足量胃肠道外营养,可减少早产低出生体质量儿或极低出生体质量儿 EUGR 的发生率,为实现生后追赶性生长打下良好基础。有研究显示,IUGR 患儿追赶生长与胰岛素敏感性密切相关,追赶生长程度越大,其胰岛素抵抗(insulin resistance, IR)越弱^[3],提示早期型追赶生长会减少成人期代谢综合征(metabolic syndrome, MS)的发生。本文通过对早产儿住院期间及出院后随访,对体格发育指标及生化代谢指标进行分析,了解 EUGR 早产儿生化代谢指标的变化,为促进早产儿生长发育提供理论依据。

1 对象与方法

1.1 入选对象及分组

2014 年 4 月~2015 年 1 月新生儿科收治并同意随访的出生体质量 $< 2\,000\text{ g}$ 早产儿 60 例,参照 fenton 早产儿生长曲线图^[4],以出院时体质量是否小于相应胎龄第 10 百分位数,分为 EUGR 组(31 例)及非 EUGR 组(29 例),并于 3 月龄、6 月龄时进行随访。全部早产儿均排除母亲患糖尿病或糖耐量异常、曾产过血糖异常儿、妊娠期患甲状腺疾病、严重妊高症、吸烟,排除家族中有侏儒症患者、原发性高胰岛素血症儿等能影响胰岛素(insulin, INS)、C 肽(C-Peptide)、胰岛素样生长因子-I(insulin-like growth factor-I, IGF-I)正常分泌的因素,所有对象家属已签署知情同意书并同意加入研究。

1.2 方法

1.2.1 生化代谢指标检测 所有对象均在清晨空腹采非抗凝外周静脉血 3 mL 送检,检测清蛋白(albumin, ALB)、前清蛋白(prealbumin, PA)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、三酰甘油(triglyceride, TG)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、空腹血糖(fasting blood-glucose, FBG)及代谢指标胰岛素(insulin INS)、C 肽(C-peptide(CP))、胰岛素样生长因子-I(insulin-like growth factor-I, IGF-I)。所有生化指标、INS、C 肽采用德国西门子公司公司的 Bayer-1650 型全自动生化分析仪测定,IGF-1 采用芬兰 WALLAC 公司生产的 Wizard 1470 γ -计数仪酶联免疫法(EIA)测定,试剂盒均由美国 DSLabs 公司提供。

1.2.2 体格测量 采血当天由专人对其进行体格测量(体质量、身长、头围),所有值测量两次,取其平均值记录。

1.2.3 评价指标

1.2.3.1 体格发育指标 日均体质量增长计算: $A = 1\,000 \times [(Wt'/Wt)^{1/n} - 1]$, A 为日均体质量增长速度 $[g/(kg \cdot d)]$, Wt' 为即时体质量, Wt 为出生体质量, n 为天数^[5];头围增长(cm) = 即时头围 - 出生时头围,身长增长(cm) = 即时身长 - 出生时身长。

1.2.3.2 评价生长迟缓的标准 将早产儿的出院体质量按照胎龄或纠正胎龄与中国 15 个城市不同胎龄新生儿体质量百分位数标准^[6]进行对照,以体质量小于相应胎龄第 10 百分位数作为判断 EUGR 的标准。3 月龄、6 月龄随访时体质量、身长、头围 $\leq P_{10}$ 界定为体质量、身长、头围发育落后。

1.2.3.3 评价胰岛素敏感性指标 $IRI = \text{空腹胰岛素} \times \text{空腹血糖} / 22.5$, $IRI > 1$ 为胰岛素抵抗(IR)^[7-8]。

1.3 统计分析方法

所有数据采用 SPSS 17.0 软件进行统计学处理。计量资料先采用 Kolmogorov-Smirnov 法确定

是否属于正态分布,正态分布资料均以($\bar{x} \pm s$)表示;正偏态分布资料用几何均数表示,偏态分布可将其进行log转换,符合正态分布两组间比较采用 t 检验,计数资料用例数、百分数描述,行 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

60 例早产儿分为 EUGR 组和非 EUGR 组,EUGR 组 31 例,男 18 例、女 13 例,胎龄(33.4 ± 1.3)周,出生体质量($1\,549 + 155$)g,住院时间(21.3 ± 4.3)d;非 EUGR 组 29 例,男 16 例、女 13 例;胎龄(33.7 ± 1.3)周,出生体质量($1\,647 + 117$)g,住院时间(19.3 ± 5.6)d。EUGR 组和非 EUGR 组早产儿的性别、胎龄、住院时间差异无统计学意义($P > 0.05$),出生体质量差异有统计学意义($P < 0.05$)。

2.2 体格指标

2.2.1 体格指标 EUGR 组 7 d、14 d 体质量低于非 EUGR 组,3 月龄及 6 月龄体质量、头围、身长低于非 EUGR 组早产儿,差异有统计学意义($P < 0.05$)(表 1)。

表 1 两组早产儿体格指标比较($\bar{x} \pm s$)
Tab.1 Comparison of physical development indices in the two group

体格指标	出生后	EUGR 组 ($n=31$)	非 EUGR 组 ($n=29$)	t	P
体质 量(g)	7 d	1 516 \pm 155	1 616 \pm 113	-2.899	0.005 ⁽¹⁾
	14 d	1 545 \pm 158	1 648 \pm 121	-2.827	0.006 ⁽¹⁾
	3 月	4 602 \pm 225	5 460 \pm 221	-14.524	0.000 ⁽¹⁾
	6 月	6 087 \pm 264	7 600 \pm 415	-11.366	0.000 ⁽¹⁾
头围 (cm)	7 d	29.4 \pm 1.10	29.7 \pm 0.90	-1.182	0.242
	14 d	29.9 \pm 1.20	30.2 \pm 0.90	-0.924	0.359
	3 月	38.03 \pm 0.61	39.21 \pm 0.60	-7.351	0.000 ⁽¹⁾
	6 月	40.40 \pm 0.71	42.68 \pm 0.34	-9.812	0.000 ⁽¹⁾
身长 (cm)	7 d	44.0 \pm 1.80	44.3 \pm 1.20	0.791	0.432
	14 d	45.2 \pm 1.50	45.6 \pm 1.10	-0.906	0.369
	3 月	54.50 \pm 1.31	58.25 \pm 0.74	-13.251	0.000 ⁽¹⁾
	6 月	61.17 \pm 1.45	66.73 \pm 1.79	-8.750	0.000 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ $P < 0.05$

2.2.2 3 月龄及 6 月龄时体格发育落后情况 3 月龄及 6 月龄随访时,EUGR 组早产儿发生体质量、头围及身长发育落后比例均高于非 EUGR 组早产儿,差异有统计学意义($P < 0.05$)见表 2。

表 2 两组早产儿 3 月龄、6 月龄时发生体格发育落后情况($n, \%$)

Tab.2 Comparison of physical development retardation of 3 months and 6 months old premature infants in the two group

日龄	体格指标(%)	EUGR 组 ($n=31$)	非 EUGR 组 ($n=29$)	χ^2	P
3 月龄	体质量落后	29(93.5)	1(3.4)	48.654	0.000 ⁽¹⁾
	头围落后	8(25.8)	1(3.4)	5.875	0.015 ⁽¹⁾
	身长落后	29(93.5)	7(24.1)	30.078	0.000 ⁽¹⁾
6 月龄	体质量落后	24(77.4)	2(6.9)	30.347	0.000 ⁽¹⁾
	头围落后	15(48.4)	5(17.2)	6.541	0.010 ⁽¹⁾
	身长落后	29(93.5)	3(10.3)	41.676	0.000 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ $P < 0.05$

2.3 血液生化指标

EUGR 组早产儿 7 d、14 d、3 月龄及 6 月龄 PA 水平低于非 EUGR 组早产儿,差异有统计学意义($P < 0.05$);随日龄增加两组早产儿 PA 水平有增高趋势(表 3)。

2.4 代谢指标

EUGR 组早产儿 3 月龄及 6 月龄 IGF-1 水平低于非 EUGR 组早产儿,3 月龄 logINS 高于非 EUGR 组早产儿,差异有统计学意义($P < 0.05$);随日龄增加两组早产儿 IGF-1 水平有增高趋势(表 4)。

2.5 发生 IR 情况

3 月龄时 EUGR 组早产儿 IR 发生率高于非 EUGR 组早产儿,差异有统计学意义($P < 0.05$);6 月龄时 EUGR 组早产儿 IR 发生率高于非 EUGR 组早产儿,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 5。

3 讨论

EUGR 是指出院时生长参数较同胎龄平均生长参数低 10%^[9]。早产儿 EUGR 临床表现主要以生长迟缓为主。既往报道,胎龄、低出生体质量、营养是影响早产儿生长影响的关键因素,另外生理性体质量下降幅度、正常恢复体质量所需时间及住院期间的体质量增长速度也与 EUGR 密切相关。而 EUGR 早产儿生化代谢指标变化报道较少。本研究显示,PA 水平与体格发育呈正相关,血清 PA 水平越低,体格发育的增长速度越缓慢,EUGR 发生风险越高。可能与发生 EUGR 的早产儿多合并感染、机械通气、喂养不耐受等情况,影响蛋白质的摄入及能量消耗增加有关。PA 半衰期较 ALB 短,其

血清浓度随摄入的蛋白质增加而升高,较体格指标能更早更准确预测早产儿的生长发育,是对近期能量及蛋白质摄入较敏感的营养指标^[10];同时也可作为营养支持治疗的参考指标。因此,积极监测 PA 水平并给予早产儿合理营养有可能降低 EUGR 及发生生长落后的几率。

表 3 两组早产儿血液生化指标比较($\bar{x} \pm s$)

Tab. 3 The comparison of biochemical indexes in the two group

生化指标	出生后	EUGR 组 (n=31)	非 EUGR 组 (n=29)	t	P
PA(mg/L)	7 d	79.30 ± 13.20	90.20 ± 11.20	3.411	0.001 ⁽¹⁾
	14 d	81.90 ± 9.20	93.20 ± 11.30	4.263	0.000 ⁽¹⁾
	3 月	94.50 ± 8.50	111.10 ± 8.60	-7.265	0.000 ⁽¹⁾
	6 月	102.50 ± 8.40	117.30 ± 9.30	-4.236	0.000 ⁽¹⁾
ALB(g/L)	7 d	29.30 ± 6.50	32.00 ± 6.20	1.639	0.107
	14 d	33.00 ± 4.70	33.90 ± 3.40	0.865	0.391
	3 月	32.60 ± 3.30	34.00 ± 3.30	-1.670	0.100
	6 月	34.20 ± 3.20	35.10 ± 2.80	-0.772	0.448
FBG (mmol/L)	7 d	5.16 ± 0.40	5.18 ± 0.30	0.222	0.825
	14 d	5.00 ± 0.50	5.10 ± 0.30	0.924	0.359
	3 月	5.12 ± 0.40	5.27 ± 0.40	-1.514	0.136
	6 月	5.29 ± 0.30	5.19 ± 0.4	0.740	0.467
HDL-C (mmol/L)	7 d	0.71 ± 0.20	0.71 ± 0.20	-0.028	0.978
	14 d	0.71 ± 0.20	0.70 ± 0.20	-0.339	0.736
	3 月	0.84 ± 0.10	0.84 ± 0.92	-0.089	0.929
	6 月	0.85 ± 0.10	0.90 ± 0.10	-1.153	0.260
LDL-C (mmol/L)	7 d	1.79 ± 0.60	1.88 ± 0.40	0.620	0.537
	14 d	1.68 ± 0.30	1.73 ± 0.30	0.624	0.535
	3 月	1.72 ± 0.30	1.70 ± 0.30	0.228	0.821
	6 月	1.71 ± 0.30	1.73 ± 0.40	-0.166	0.869
TG (mmol/L)	7 d	0.54 ± 0.20	0.53 ± 0.20	-0.107	0.915
	14 d	0.52 ± 0.20	0.56 ± 0.20	0.831	0.410
	3 月	1.36 ± 0.40	2.01 ± 0.30	-0.287	0.775
	6 月	1.40 ± 0.40	2.01 ± 0.30	-0.189	0.852
TC (mmol/L)	7 d	2.12 ± 0.30	2.08 ± 0.20	-0.495	0.622
	14 d	2.01 ± 0.30	2.06 ± 0.20	0.726	0.726
	3 月	3.17 ± 0.70	3.16 ± 0.60	0.065	0.948
	6 月	3.05 ± 0.40	3.17 ± 0.70	-0.582	0.566

⁽¹⁾ P < 0.05

TG、TC、HDL-C、LDL-C 在人体中广泛存在,是人体基础代谢必需的物质。国外研究报道儿童体格发育与血脂指标密切相关^[11],本研究 EUGR 组和非 EUGR 组各年龄段 TG、TC、HDL-C、LDL-C 水平差异均无统计学意义,考虑因血脂水平受肉类等食物摄入影响较大,而本研究对象随访时间较短,生后 6 月龄内婴儿暂未摄入此类食物,导致两组婴

表 4 两组早产儿代谢指标比较($\bar{x} \pm s$)

Tab. 4 The comparison of metabolism indexes in two group

代谢指标	出生后	EUGR 组 (n=31)	非 EUGR 组 (n=29)	t	P
IGF-1 (μg/L)	7 d	25.50 ± 1.70	26.00 ± 2.30	-0.929	0.357
	14 d	26.00 ± 3.10	26.70 ± 2.50	-0.802	0.426
	3 月	31.88 ± 6.64	37.43 ± 6.46	-3.198	0.002 ⁽¹⁾
	6 月	32.00 ± 5.65	41.43 ± 10.88	-2.881	0.008 ⁽¹⁾
C 肽 (pmol/L)	7 d	316 ± 189	345 ± 189	-0.591	0.557
	14 d	349 ± 446	262 ± 195	0.964	0.339
	3 月	215 ± 133	217 ± 124	-0.046	0.964
	6 月	232 ± 125	265 ± 176	-0.561	0.580
logINS	7 d	0.56 ± 0.45	0.60 ± 0.25	-1.985	0.089
	14 d	0.60 ± 0.37	0.69 ± 0.33	-1.015	0.341
	3 月	0.63 ± 0.27	0.44 ± 0.26	2.577	0.013 *
	6 月	0.69 ± 0.28	0.59 ± 0.29	0.845	0.406

⁽¹⁾ P < 0.05

表 5 两组早产儿 3 月龄、6 月龄时发生 IR 情况(n,%)

Tab. 5 The comparison of occurrence of IR of 3 months and 6 months old premature infants in the two group

组别	IR 发生率	
	3 月龄	6 月龄
EUGR 组(n=31)	13(41.9)	18(58.1)
非 EUGR 组(n=29)	4(13.8)	10(34.5)
χ ²	5.844	3.348
P	0.016 ⁽¹⁾	0.058

⁽¹⁾ P < 0.05

儿血脂水平差异不显著。IGF-1 结构与 INS 类似,是生长激素产生生理作用过程中必须的一种活性蛋白多肽物质,是胎儿及新生儿早期生长发育的重要调节因子^[12]。IGF-1 能刺激 RNA、DNA 的合成和细胞增殖,对骨、肌肉、脂肪组织、肝、肾、脑的生长都有重要作用^[13]。国内外研究表明,IGF-1 水平与体格发育呈正相关,在婴儿期 IGF-1 的分泌主要受营养因素及胰岛素的调控^[14-17]。本研究显示 IGF-1 在生后 6 月龄内随年龄增长有升高的趋势,说明随着病理状态的解除,营养的摄入增加,且生长激素-胰岛素样生长因子-1(GH-IGF-1)轴发育逐渐成熟,IGF-1 逐渐升高。另外,3 月龄及 6 月龄随访时,EUGR 组较非 EUGR 组早产儿 IGF-1 水平较低,发生发育落后比例较高,进一步证实 IGF-1 是调节生长发育的重要因子,在婴幼儿生长发育中起着重要的作用,提示 IGF-1 水平可作为反映体格发

育的指标,与我们前期研究显示的早产儿 IGF-1 随年龄增长而升高,追赶生长程度越大,IGF-1 值越高一致^[18],进一步为如何提高 IGF-1 来促进早产儿生长发育奠定基础。

INS 是由胰岛 β 细胞分泌的一种蛋白质激素,是体内唯一同时促进糖原、脂肪及蛋白质合成的激素。IR 是指 INS 作用的靶器官对 INS 敏感性下降,即正常剂量的 INS 产生低于正常生物学效应的一种状态,高 INS 血症是 IR 的一个主要标志,目前 IRI 是评价 IR 较为敏感的指标。研究报道,追赶生长会减少 IR 的发生,无追赶生长儿的 IR 水平更高^[8],追赶生长越好,INS 敏感性越高^[3]。而本研究显示 3 月龄时 EUGR 组 INS 水平高于非 EUGR 组,IR 发生率较非 EUGR 组高,提示早产儿宫外发育迟缓与 IR 密切相关,体格发育越落后,IR 越强。说明此阶段生长发育相对迟缓可能会对胎儿期未发育成熟的内分泌代谢系统起到继续损伤的作用,也说明了早产儿营养支持及合理喂养的重要性。

本研究显示,EUGR 与 IGF-1 水平、PA 水平、IR 密切相关,监测 PA、IGF-1、INS 等生化代谢指标及体格发育指标增长情况,早期合理营养支持有助于降低生长发育落后的几率,但如何才能给早产儿提供更合理的营养支持,既能促进早产儿的生长发育,又能减少 IR 甚至 MS 的发生,仍然是一个难题。

4 参考文献

- [1] 郭明明,庄思齐,李易娟. 早产儿宫外发育迟缓及相关因素分析[J]. 中国妇幼保健, 2010(12):1644-1646.
- [2] 王爱武. 早产儿宫外发育迟缓与血清前清蛋白的关系研究[J]. 重庆医学, 2011(10):1000-1001.
- [3] 王新利,崔蕴璞,韩彤妍,等. 小于胎龄儿生后早期追赶生长与胰岛素敏感性关系分析[J]. 中国儿科保健杂志, 2008(5):530-532.
- [4] Fenton TR, Kim HJ. A systematic review and meta-analysis to revise the Fenton growth chart for preterm infants [J]. BMC Pediatrics, 2013(1):58-59.
- [5] 吴繁,崔其亮,张慧,等. 极低出生体重儿院内生长发育状态多中心回顾性研究[J]. 中华儿科杂志, 2013(51):4-11.
- [6] 胡亚美,江载芳. 诸福棠实用儿科学[M]. 7 版. 北京:人民卫生出版社, 2012:21-28.
- [7] Duncan MH, Singh BM, Wise PH, et al. A simple measure of insulin resistance [J]. Lancet, 1995(3):120-121.
- [8] 赵奕怀,杨曙晖,陈倪,等. 小于胎龄儿学龄前期生长方式与胰岛素抵抗的相关性研究[J]. 中国儿童保健杂志, 2014(8):816-818.
- [9] Clark RH, Thomas P, Peabody J. Extrauterine growth restriction remains a serious problem in prematurely born neonates [J]. Pediatrics, 2003(5):986-990.
- [10] 王碌,张巍,王萍,等. 早产儿前白蛋白检测的临床意义[J]. 国际儿科学杂志, 2009(5):480.
- [11] Lior S, Einar U, Michael S, et al. Association of body mass index and lipid profiles; evaluation of a broad spectrum of body mass index patients including the morbidly obese [J]. Obesity surgery, 2011(1):42-47.
- [12] Castell AL, Sadoul JL, Bouvattier C. Growth hormone - insulin growth factor I (GH - IGF - I) axis and growth [J]. Ann Endocrinol (Paris), 2013 (Suppl 1):S33-S41.
- [13] Klover P, Hennighausen L. Postnatal body growth is dependent on the transcription factors signal transducers and activators of transcription 5a/b in muscle; A role for autocrine/paracrine insulin-like growth factor [J]. Endocrinology, 2007(4):1489-1497.
- [14] Laron Z. Insulin-like growth for 1 (IGF - I): a growth hormone [J]. Mol Pathol, 2001(5):311-316.
- [15] 卢燕玲. 生长素、瘦素及胰岛素样生长因子 - I 在小于胎龄儿生长追赶中的作用 [J]. 中国现代医药杂志, 2013(3):30-32.
- [16] Rogers I, M etcalfe C, Gunnell D, et al. Insulinlike growth factor - I and growth in height, leg length, and trunk length between ages 5 and 10 years [J]. J Clin Endocrinol Metab, 2006(11):2514-2519.
- [17] Fagerberg B, bondjers L, Nilsson P. Low birth weight in combination with catch-up growth predicts the metabolic syndrome in men at late middle age; the Atherosclerosis and Insulin resistance study [J]. J Int Med, 2004(3):254-259.
- [18] 王鉴,杨萌婷,陈晓霞,等. 追赶生长与胰岛素抵抗的相关性 [J]. 中华实用儿科临床杂志, 2015(8):33-36.

(2017-01-12 收稿, 2017-03-04 修回)

中文编辑: 刘平; 英文编辑: 周凌