·临床研究·

西安市 3 岁以下婴幼儿足部发育水平研究

冯爽[1]，王朝晖[1]，王栋[2]，任姣姣[1]，李红娟[1]，葛沙莎[3]

1. 西安市人民医院(西安市第四医院)儿童保健中心，陕西 西安 710004；2. 西安市中心医院；3. 陕西福音康复集团

摘 要：目的 对西安市 3 岁以下婴幼儿足部发育指标进行测量和分析，为临床正确评估婴幼儿足部发育提供基础数据。**方法** 随机选取 2022 年 8 月—2023 年 3 月在西安市人民医院(西安市第四医院)儿童保健中心健康体检的 5 894 名 3 岁以下婴幼儿为研究对象，使用图像处理系统采集静态足印，测量足长、足宽，并计算足宽长比和足弓指数，按年龄及性别分组进行比较。**结果** 1)随着年龄增长，婴幼儿的足长、足宽、足弓指数逐渐增加，足宽长比逐渐减小，年龄组间比较差异均有统计学意义($F=1\ 345.23$、396.21、184.65、287.03，$P<0.05$)；2)各年龄段儿童左、右足间的足长、足宽、足弓指数比较，差异均无统计学意义($P>0.05$)；3)各年龄组男童足长、足宽均大于女童，差异均有统计学意义($t_{足长}$：3.45～10.19，$t_{足宽}$：3.77～9.21，$P<0.05$)；各年龄组男女童足弓指数比较，差异均无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 婴幼儿足的形态随着年龄增长而发生变化，男童与女童的足长、足宽存在差异。

关键词： 婴幼儿；足部生长发育；足长；足宽；足宽长比；足弓指数

中图分类号：R174 **文献标识码：**A **文章编号：**1008-6579(2024)04-0440-05 doi:10.11852/zgetbjzz2023-0971

Characteristics of foot development in children under 3 years old in Xi′an City

FENG Shuang[1], WANG Zhaohui[1], WANG Dong[2], REN Jiaojiao[1], LI Hongjuan[1], GE Shasha[3]

1. Department of Child Health Care, Xi′an People′s Hospital (Xi′an Fourth Hospital), Xi′an, Shaanxi 710004, China; 2. Xi′an Central Hospital; 3. Shaanxi Gospel Rehabilitation Group

Corresponding authors: WANG Zhaohui, E-mail: 745024118@qq.com; WANG Dong, E-mail: wangdong1967@126.com

Abstract: Objective To measure and analyze foot development indicators of children under 3 years old, in order to provide basis for the correct clinical assessment of children foot development. **Methods** A total of 5 894 children under 3 years old who took physical examination in the Child Health Care Department of Xi′an People′s Hospital from August 2022 to March 2023 were randomly selected. Foot length, foot width, the ratio of foot width to length and arch index were measured by image processing system, and were compared among different age groups and sex groups. **Results** 1) Foot length, foot width and arch index of children under 3 years old increased significantly with age, while the ratio of foot width to length decreased significantly with age($F=1\ 345.23$, 396.21, 184.65, 287.03, $P<0.05$). 2) There was no statistical significance in foot length, foot width and arch index between left and right foot of children under 3 years old($P>0.05$). 3) Foot length and foot width of boys were greater than those of girls in all age groups, and the difference was statistically significant($t_{\text{foot length}}$: 3.45 - 10.19, $t_{\text{foot width}}$: 3.77 - 9.21, $P<0.05$). There was no significant difference in arch index between boys and girls in all age groups($P>0.05$). **Conclusion** Foot shape of children under 3 years old changes with age, there are differences in foot length and width between boys and girls.

Keywords: infants and toddlers; foot development; foot length; foot width; the ratio of foot width to length; arch index

足是运动系统重要组成部分，在动作完成及平衡控制方面发挥作用。足的大小形态及足弓的发育对足部功能有重要影响。足长、足宽、足宽长比及足弓指数不仅是评估足部功能的重要指标，也可反映儿童的生长发育水平。国内外关于儿童足部生长发育规律的研究多集中在学龄前期至青春期这一阶段[1-6]，日本建立了 6～18 岁儿童足长、舟骨高度的参考标准[7]，国内也有学者分析 3～12 岁儿童足长、舟骨高度、足弓体积的发育特点[8]。但关于 3 岁以下婴幼儿的足长、足宽、足宽长比及足弓指数的研究报道较少[9-11]。

本研究基于光全反射原理采集静态足印，采用图像处理系统测量并分析足长、足宽、足宽长比及足弓指数，通过分析各指标随年龄的变化及性别差异

基金项目：西安市科技计划项目-学科能力建设(22YXYJ0005)

作者简介：冯爽(1990-)，女，硕士学位，主治医师，主要研究方向为儿童营养及生长发育。

通信作者：王朝晖，E-mail：745024118@qq.com；王栋，E-mail：wangdong1967@126.com

了解婴幼儿的足部发育规律，为临床医生评价婴幼儿的足部发育情况提供参考。

1　对象和方法

1.1　对象　随机选取 2022 年 8 月—2023 年 3 月在西安市人民医院（西安市第四医院）儿童保健中心健康体检的 5 894 名 3 岁以下儿童为研究对象，其中男 3 059 名，女 2 835 名。纳入标准为：1）3 岁以下的汉族儿童；2）受试者能够完成双手扶物站立；3）西安户口或现在长期居住在西安；4）生命体征平稳，处于无明显疾病状态。排除标准为：1）早产儿（胎龄＜37 周）；2）外观行走步态异常，患有先天性下肢畸形/结构异常，及神经、骨骼、肌肉系统疾病；3）近半年内有下肢或脊柱骨折、手术史，足部急、慢性损伤病史，或因畸形或异常在相关医疗机构进行过治疗；4）家族中有骨关节发育异常病史。本研究已通过西安市人民医院（西安市第四医院）科研伦理委员会批准（20220052 号），经儿童父母/监护人签署知情同意书后进行下肢骨骼发育参数测定。

1.2　研究设备和测量方法

1.2.1　研究设备　图像处理系统（型号 FYKF-ZH-XZ-001，陕西福音康复集团）通过光全反射方法获取静态足印，测量足印数据并进行指标计算。图像清晰度 600LW/PH、信噪比 38dB、畸变 PHD 0.3%、采集时间＜0.1s。前期已完成设备信效度检验：信度检验评估者间相关系数分别为 0.99（足长）、0.93（足宽）、0.97（足弓指数），评估者内相关系数分别为 0.99（足长）、0.95（足宽）、0.96（足弓指数），关联效度检验 Pearson 相关系数分别为 0.99（足长）、0.82（足宽）、0.93（足弓指数）。

1.2.2　测量方法　受试者双足裸足站于“图像处理系统-足印采集装置”标志位点，获得足印图像。分别测量足长、足宽，并计算足宽长比、足弓指数。足长[9]：测量静态足印足跟末端到第 2 趾末端的距离；足宽[12]：测量静态足印第 5 趾骨头至第 1 趾骨头之间的横向距离；足宽长比[13]：即足宽/足长×100%；足弓指数[14]：选取足印轮廓最外侧两点（第一跖骨关节最凸点、足跟内侧最凸点）连一直线作为基线，取足印内侧凹缘最凹处向基线引一垂线，该垂线与基线、足内、外缘分别相交于 a、b、c 3 点，测量 ab，bc 距离，计算 ab/bc 比值。见图 1。

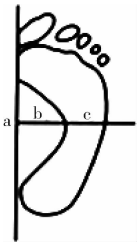


图 1　足印比值法测量足弓

Fig. 1　Measuring arch by footprint ratio method

1.3　质量控制　所有图像采集及测量均有两名具有 5 年以上婴幼儿体格测量经验的儿保科护士完成，研究开始前进行了婴幼儿足部测量的系统培训，并完成了信度、效度评价。测试前要求儿童情绪稳定、安静，每名儿童连续采集 3 次，取平均值以减少测量误差。数据分析中剔除测量结果 $\bar{x}\pm3s$ 之外的数据。

1.4　统计学方法　运用 SPSS 24.0 软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料用 $\bar{x}\pm s$ 表示，组间比较采用独立样本 t 检验或方差分析，多组间两两比较采用 LSD-t 检验。$P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2　结　果

2.1　一般情况　5 894 名 3 岁以下儿童纳入本研究，其中男童 3 059 名，女童 2 835 名。共采集 11 788 只足部信息。儿童基本信息见表 1。

表 1　研究对象基本信息（例，%）

Tab. 1　Basic information of children（n，%）

性别	9～月龄	12～月龄	15～月龄	18～月龄	21～月龄	24～月龄	27～月龄	30～月龄	33～＜36 月龄
男	342(50.22)	537(50.95)	483(51.60)	387(49.17)	367(53.97)	287(50.17)	227(53.16)	253(57.76)	176(55.17)
女	339(49.78)	517(49.05)	453(48.40)	400(50.83)	313(46.03)	285(49.83)	200(46.84)	185(42.24)	143(44.83)
合计	681	1 054	936	787	680	572	427	438	319

2.2　各年龄组儿童足长、足宽、足宽长比及足弓指数比较　各年龄段儿童左右足的足长、足宽及足弓指数比较差异均无统计学意义，因此选取左足参数分析比较各年龄组儿童足部发育情况。随着年龄增长，儿童的足长、足宽逐渐增加，各年龄组间比较差异均具有统计学意义（$P<0.05$）。儿童足宽长比随年龄增长逐渐减少，除 27～月龄组与 30～月龄组比较差异无统计学意义，余各年龄组间比较差异均有统计学意义（$P<0.05$）。随着年龄增长，足弓指数逐渐增加，除 9～月龄组与 12～月龄组间、15～月龄组与 18～月龄组间、27～月龄组与 30～月龄组间差异无统计学意义（$P>0.05$）外，其余各年龄组间差

异均具有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

表 2 各年龄组儿童足长、足宽、足弓指数及足宽长比比较($\bar{x}\pm s$)

Tab. 2 Comparison of foot length, foot width, arch index and the ratio of foot width to length among children of different age groups($\bar{x}\pm s$)

年龄(月)	足长(cm)	足宽(cm)	足弓指数	足宽长比(%)
9～	11.23±0.74	5.27±0.44	0.05±0.13	46.94±2.45
12～	11.94±0.79	5.56±0.44	0.06±0.13	46.63±2.30
15～	12.52±0.80	5.72±0.45	0.08±0.15	45.68±2.35
18～	13.06±0.86	5.87±0.47	0.11±0.19	44.94±2.24
21～	13.60±0.91	6.02±0.49	0.14±0.22	44.32±2.27
24～	13.99±0.91	6.13±0.47	0.20±0.27	43.84±2.16
27～	14.31±0.89	6.20±0.46	0.26±0.31	43.33±2.08
30～	14.49±1.03	6.27±0.52	0.28±0.31	43.28±2.05
33～<36	14.85±0.96	6.36±0.49	0.33±0.35	42.84±2.17
F 值	1 345.23	396.21	184.65	287.03
P 值	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

2.3 各年龄组左右脚足长、足宽、足宽长比及足弓指数比较 各年龄段儿童左、右足的足长、足宽、足弓指数比较，差异均无统计学意义($P>0.05$)；9～<18 月龄段儿童左右足足宽长比差异具有统计学意义($P<0.05$)。见表 3。

2.4 各年龄组不同性别儿童足长、足宽、足宽长比及足弓指数比较 各年龄组男童足长、足宽均大于女童，差异有统计学意义($P<0.05$)。各年龄组男女童足弓指数比较，差异无统计学意义($P>0.05$)。9～<15 月龄男女童间足宽长比差异无统计学意义($P>0.05$)，但 15～<36 月龄男女童间足宽长比差异具有统计学意义($P<0.05$)。见表 4。

3 讨 论

0～3 岁是体格生长和运动技能发展的快速时期，是打下终身良好体质健康的重要阶段。运动是身体各系统机能发展的基础，对骨骼健康、动作发育及认知能力具有积极作用，是儿童早期发展的重要环节[15]。足部的正常发育与运动能力密切相关。在婴幼儿期，随着直立、行走、跑跳等活动增加，足部

表 3 各年龄组儿童左右侧足长、足宽、足弓指数及足宽长比比较($\bar{x}\pm s$)

Tab. 3 Comparison of foot length, foot width, arch index and the ratio of foot width to length among children of different sides in different age groups($\bar{x}\pm s$)

年龄(月)	位置	足长(cm)	足宽(cm)	足弓指数	足宽长比(%)
9～	左侧	11.23±0.74	5.27±0.44	0.05±0.13	46.94±2.45
	右侧	11.24±0.75	5.31±0.44	0.06±0.16	47.20±2.36
	t 值	−0.43	−1.58	−0.46	−2.03
	P 值	0.67	0.11	0.65	0.04
12～	左侧	11.94±0.79	5.56±0.44	0.06±0.13	46.63±2.30
	右侧	11.95±0.79	5.60±0.43	0.06±0.13	46.85±2.40
	t 值	−0.36	−1.67	−1.05	−2.20
	P 值	0.72	0.10	0.29	0.03
15～	左侧	12.52±0.80	5.72±0.45	0.08±0.15	45.68±2.35
	右侧	12.53±0.81	5.75±0.44	0.09±0.15	45.94±2.23
	t 值	−0.24	−1.79	−1.69	−2.52
	P 值	0.81	0.07	0.09	0.01
18～	左侧	13.06±0.86	5.87±0.47	0.11±0.19	44.94±2.24
	右侧	13.09±0.86	5.90±0.46	0.12±0.19	45.08±2.25
	t 值	−0.51	−1.19	−1.57	−1.26
	P 值	0.61	0.23	0.11	0.21
21～	左侧	13.60±0.91	6.02±0.49	0.14±0.22	44.32±2.27
	右侧	13.61±0.92	6.05±0.48	0.16±0.22	44.49±2.18
	t 值	−0.18	−1.01	−1.25	−1.38
	P 值	0.86	0.31	0.21	0.17
24～	左侧	13.99±0.91	6.13±0.47	0.20±0.27	43.84±2.16
	右侧	14.00±0.89	6.15±0.45	0.21±0.27	43.97±2.10
	t 值	−0.16	−0.78	−0.69	−1.00
	P 值	0.87	0.44	0.49	0.32
27～	左侧	14.31±0.89	6.20±0.46	0.26±0.31	43.33±2.08
	右侧	14.31±0.89	6.21±0.46	0.27±0.30	43.45±2.08
	t 值	<0.01	−0.54	−0.64	−0.84
	P 值	1.00	0.59	0.52	0.40
30～	左侧	14.49±1.03	6.27±0.52	0.28±0.31	43.28±2.05
	右侧	14.51±1.06	6.30±0.52	0.29±0.30	43.43±2.08
	t 值	−0.36	−0.86	−0.35	−1.03
	P 值	0.72	0.39	0.73	0.30
33～<36	左侧	14.85±0.96	6.36±0.49	0.33±0.35	42.84±2.17
	右侧	14.86±0.95	6.37±0.50	0.35±0.35	42.91±2.18
	t 值	−0.10	−0.39	−0.70	−0.44
	P 值	0.92	0.70	0.49	0.66

表 4　各年龄组男\女童足长、足宽、足弓系数及足宽长比比较($\bar{x}\pm s$)

Tab. 4　Comparison of foot length, foot width, arch index and the ratio of foot width to length among children of different sexes in different age groups($\bar{x}\pm s$)

年龄(月)	性别	足长	足宽	足弓指数	足宽长比(%)
9～	男	11.50±0.75	5.42±0.44	0.04±0.13	47.13±2.45
	女	10.95±0.62	5.12±0.39	0.06±0.13	46.76±2.45
	t 值	10.19	9.21	−1.69	1.95
	P 值	<0.01	<0.01	0.09	0.05
12～	男	12.07±0.74	5.64±0.42	0.06±0.12	46.73±2.26
	女	11.80±0.82	5.49±0.44	0.06±0.14	46.52±2.35
	t 值	5.53	5.58	−0.19	1.44
	P 值	<0.01	<0.01	0.85	0.15
15～	男	12.71±0.81	5.84±0.47	0.08±0.14	45.93±2.36
	女	12.32±0.74	5.59±0.40	0.09±0.16	45.40±2.31
	t 值	7.64	8.65	−1.00	3.50
	P 值	<0.01	<0.01	0.31	<0.01
18～	男	13.30±0.82	6.00±0.46	0.08±0.16	45.12±2.26
	女	12.84±0.84	5.74±0.45	0.13±0.21	44.77±2.21
	t 值	7.87	7.88	−3.57	2.21
	P 值	<0.01	<0.01	0.09	0.03
21～	男	13.75±0.88	6.14±0.47	0.13±0.21	44.71±2.23
	女	13.42±0.92	5.89±0.47	0.15±0.23	43.87±2.24
	t 值	4.64	7.12	−1.28	4.86
	P 值	<0.01	<0.01	0.20	<0.01
24～	男	14.15±0.91	6.24±0.48	0.18±0.25	44.11± 2.10
	女	13.83±0.90	6.02±0.43	0.21±0.29	43.57±2.19
	t 值	4.31	5.76	−1.60	3.00
	P 值	<0.01	<0.01	0.11	0.03
27～	男	14.47±0.88	6.31±0.46	0.24±0.29	43.59±2.12
	女	14.12±0.87	6.07±0.43	0.27±0.32	43.04±2.00
	t 值	4.11	5.38	−1.11	2.77
	P 值	<0.01	<0.01	0.27	0.01
30～	男	14.63±0.91	6.35±0.48	0.27±0.31	43.40±2.14
	女	14.29±1.16	6.16±0.55	0.31±0.30	43.13±1.92
	t 值	3.45	3.77	−1.50	1.37
	P 值	<0.01	<0.01	0.14	0.04
33～<36	男	15.10±0.92	6.50±0.49	0.31±0.33	43.10± 2.15
	女	14.54±0.93	6.18±0.43	0.35±0.36	42.52± 2.16
	t 值	5.38	6.31	−0.93	2.37
	P 值	<0.01	<0.01	0.35	0.02

结构和功能逐渐发育[16]。运动量少的儿童下肢肌肉力量差,更容易出现足弓发育低平的问题[2]。儿童足部发育异常还会导致步态异常,下肢疼痛,进而影响身体平衡能力及运动耐力。因此,掌握婴幼儿期足部发育规律,早期监测及评估足部发育情况对促进儿童体质健康具有重要意义。

3.1　婴幼儿足长、足宽、足宽长比的变化规律　足的形态随着年龄的增长而发生发育性改变,通过观察足印长、宽的变化,可以了解足部发育水平及规律。韩镜明等[9]研究发现足长在新生儿至 2 岁期间生长速度最快,之后几乎是维持一个均匀等速的生长速率。10 岁前,男女童的足长增长速率基本一致,10 岁后男童的足长增长速率更快。关于 3 岁以下儿童足长、足宽的研究报道较少,Bosch 等[11]对 36 名德国儿童足部数据进行了为期 9 年(0～9 岁)的纵向研究,测量 1 岁儿童的足长平均为 13.5cm,2 岁为 14.5cm,3 岁为 15.6cm。本研究发现随着年龄增长,儿童的足长、足宽逐渐增加,足长、宽的增长具有性别差异,婴幼儿期各年龄组男童的足长、足宽均大于女童。Sforza 等[17]对 12～15 岁的国外青少年足印研究发现,约 50%的青少年左右足有轻微差异,始终表现为左足的足长发育速率大于右足,两足平均差约 2mm。本研究对比了婴幼儿左右侧的足长、足宽数据,发现右侧的足长及足宽在各个年龄组都稍大于左侧,但这一差异无统计学意义。

足宽长比随着年龄增长而变化,最终确定为不同足型。既往研究发现,婴儿期因足长增长缓慢,足宽的增幅慢于足长,足宽长比逐渐减少。2～6 岁期间足长、足宽快速发育,足宽的增幅快于足长,足宽长比增长速度较快。6～18 岁足宽长指数继续增

大，并呈现出性别差异，女童的足宽长比普遍小于男生。本研究发现婴幼儿期足宽长比随年龄增长而逐渐减小，足宽的增长速度慢于足长。

3.2 婴幼儿足弓变化规律 足弓随年龄增长逐渐发育。婴儿期时足底跖面因脂肪较多，足纵弓不明显，2 岁左右足底跖面脂肪消失，足纵弓和横弓开始显现，足弓的正常形成有赖于足部骨骼、肌肉、韧带的生长发育[18]。Bertsch 等[19]研究纵向随访 42 名儿童独立行走第一年足部和步态的发育变化，发现儿童开始站立和行走，身体形状和负重特征发生重大变化，中足负荷减少，足纵弓的发育水平较前相比即有了较大变化，但个体间差异较大。本研究发现足弓发育与年龄存在相关性，这与既往研究相符。宋吉锐等[10]研究沈阳地区 25～30 月龄儿童足弓指数约为 0.31，31～36 月龄约为 0.43，足弓发育优于本研究地区儿童，提示足弓发育可能存在地域差异。

多数文献报道足弓发育与性别相关，女童的足弓发育优于男童。Pfeiffer 等[20]研究显示，3～6 岁女童扁平足检出率 35.5%，男童扁平足检出率 51.7%。也有研究报道 2～6 岁儿童足弓指数发育男女对比差异无统计学意义[10]。本研究通过对 3 岁以下婴幼儿进行分析，对比足弓指数，尚未发现这一差异。

综上所述，本研究采用横断面研究设计，基于较大的样本量对西安市 9～35 个月婴幼儿的足部发育水平进行了测量与评价，下一步将继续增加样本量，并开展纵向追踪研究，以建立 3 岁以下婴幼儿的足部发育评价标准。

参考文献

[1] Szczepanowska-Wołowiec B, Sztandera P, Kotela I, et al. Assessment of the foot's longitudinal arch by different indicators and their correlation with the foot loading paradigm in school-aged children: A cross sectional study[J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(10): 5196.

[2] Xu L, Gu H, Zhang Y, et al. Risk factors of flatfoot in children: A systematic review and meta-analysis[J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19(14): 8247.

[3] Kim MH, Cha S, Choi JE, et al. Relation of flatfoot severity with flexibility and isometric strength of the foot and trunk extensors in children[J]. Children, 2022, 10(1): 19.

[4] Brzeziński M, Czubek Z, Niedzielska A, et al. Relationship between lower-extremity defects and body mass among polish children: A cross-sectional study[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2019, 20(1): 84.

[5] Turner C, Gardiner MD, Midgley A, et al. A guide to the management of paediatric pes planus[J]. Aust J Gen Pract, 2020, 49(5): 245-249.

[6] Fuentes-Venado CE, Ángeles-Ayala A, Salcedo-Trejo MS, et al. Comparative assessment of flatfoot in preschool children[J]. Bol Med Hosp Infant Mex, 2020, 77(6): 312-319.

[7] Waseda A, Suda Y, Inokuchi S, et al. Standard growth of the foot arch in childhood and adolescence—Derived from the measurement results of 10,155 children[J]. Foot Ankle Surg, 2014, 20(3): 208-214.

[8] Wang J, Tang L, Tang J, et al. The typically developing pediatric foot—The data of the 1744 children in China[J]. Foot Ankle Surg, 2022, 28(3): 347-353.

[9] 韩镜明，覃均昌，付桂兵. 健康小儿足印的研究[J]. 中华小儿外科杂志，2002，23(3)：250-252.
Han JM, Qin JC, Fu GB. Footprint research in healthy children[J]. Chin J Pediatr Surg, 2002, 23(3): 250-252. (in Chinese)

[10] 宋吉锐，马越，王新，等. 沈阳市 2～6 岁健康儿童足发育状况及步行足底压力特征研究[J]. 沈阳体育学院学报，2016，35(6)：76-80.
Song JR, Ma Y, Wang X, et al. Foot development and plantar pressure characteristics of healthy children from 2 to 6 years old in Shenyang[J]. J Shenyang Sport Univ, 2016, 35(6): 76-80. (in Chinese)

[11] Bosch K, Gerss J, Rosenbaum D. Development of healthy children's feet-nine-year results of a longitudinal investigation of plantar loading patterns[J]. Gait Posture, 2010, 32(4): 564-571.

[12] Reel S, Rouse S, Obe WV, et al. Estimation of stature from static and dynamic footprints[J]. Forensic Sci Int, 2012, 219(1-3): 283.e1-283.e5.

[13] 骆文斌，潘开昌，刘运敏，等. 水族儿童少年足型分析[J]. 解剖学杂志，2017，40(3)：322-325.
Luo WB, Pan KC, Liu YM, et al. Foot shape analysis of children and adolescents of Shui nationality[J]. Chin J Anat, 2017, 40(3): 322-325. (in Chinese)

[14] 宋骏，芮洪新，陈忆晴，等. 南京市 1～5 岁儿童下肢发育与步态问题的调查及分析[J]. 中国儿童保健杂志，2018，26(5)：500-503.
Song J, Rui HX, Chen YQ, et al. Investigation and analysis of lower limb development and gait in children aged 1-5 in Nanjing[J]. Chin J Child Health Care, 2018, 26(5): 500-503. (in Chinese)

[15] 关宏岩. 关注儿童早期运动促进与体质健康[J]. 中国儿童保健杂志，2022，30(5)：465-468.
Guan HY. Focus on promotion of physical activity and physical fitness in early childhood[J]. Chin J Child Health Care, 2022, 30(5): 465-468. (in Chinese)

[16] Montagnani E, Price C, Nester C, et al. Dynamic characteristics of foot development: A narrative synthesis of plantar pressure data during infancy and childhood[J]. Pediatr Phys Ther, 2021, 33(4): 275-282.

[17] Sforza C, Fragnito N, Serrao G, et al. Harmonic analysis of footprint symmetry in healthy adolescents[J]. Ann Anat, 2000, 182(3): 285-291.

[18] Chang CH, Yang WT, Wu CP, et al. Would foot arch development in children characterize a body maturation process? A prospective longitudinal study[J]. Biomed J, 2022, 45(5): 828-837.

[19] Bertsch C, Unger H, Winkelmann W, et al. Evaluation of early walking patterns from plantar pressure distribution measurements. First year results of 42 children[J]. Gait Posture, 2004, 19(3): 235-242.

[20] Pfeiffer M, Kotz R, Ledl T, et al. Prevalence of flat foot in preschool-aged children[J]. Pediatrics, 2006, 118(2): 634-639.

收稿日期：2023-09-20 **修回日期**：2024-01-15 **本文编辑**：李少闻