

# 髋关节超声筛查及筛查体系在婴幼儿发育性髋关节发育不良早期诊断中的应用进展



全文二维码

侯佩伺<sup>1</sup> 刘万林<sup>2</sup> 赵振群<sup>2</sup> 王勇<sup>2</sup><sup>1</sup> 内蒙古医科大学研究生学院, 呼和浩特 010000; <sup>2</sup> 内蒙古医科大学第二附属医院, 呼和浩特 010030

通信作者: 刘万林, Email: 1641972958@qq.com

**【摘要】** 发育性髋关节发育不良 (developmental dysplasia of the hip, DDH) 是婴幼儿时期常见的骨骼系统疾病之一。DDH 在婴幼儿期容易被忽视, 如不能及早诊断, 错失最佳治疗时机, 会影响髋关节功能, 难以纠正关节畸形, 进而导致终身残疾。目前髋关节超声检查已成为公认的早期 DDH 影像学诊断金标准, 包括选择性超声筛查模式和普遍性超声筛查模式。近年来, DDH 筛查网络体系 (即转诊、筛查、确诊、治疗一体化的网络体系) 已在中国部分地区实施, 可将 DDH 的初诊时间提前, 并保证诊治流程的系统化。人工智能影像技术也逐步应用于婴幼儿 DDH 的辅助诊断。本文概述了 DDH 患儿早期接受超声筛查的必要性, 并对不同超声筛查技术和国内外筛查模式及体系进行综述, 为今后 DDH 患儿实施有效的髋关节超声筛查和综合干预提供参考。

**【关键词】** 髋关节; 骨疾病, 发育性; 超声检查; 外科手术; 儿童

**基金项目:** 2019 年度内蒙古自治区关键技术攻关计划项目 (科技计划) 资助 (2019GG153)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202211058-015

## Application of ultrasound screening of hip joint and screening system in early diagnosis of infant developmental hip dysplasia

Hou Peisi<sup>1</sup>, Liu Wanlin<sup>2</sup>, Zhao Zhenqun<sup>2</sup>, Wang Yong<sup>2</sup><sup>1</sup> Inner Mongolia Medical University, Hohhot 010000, China; <sup>2</sup> Second Affiliated Hospital, Inner Mongolia Medical University, Hohhot 010030, China

Corresponding author: Liu Wanlin, Email: 1641972958@qq.com

**【Abstract】** Developmental dysplasia of the hip (DDH) is one of the most common and yet easily ignored skeletal diseases in infants. If a definite diagnosis is delayed and optimal treatment time missed, hip function shall be severely affected. Difficult correcting of joint deformities lead to permanent disability. Currently hip ultrasound has become a gold standard for its early diagnosis, including selective and universal ultrasonic screening modes. However, unification of screening modes has not been achieved. In recent years, DDH screening network system has been implemented in some areas of China, including referral, screening, diagnosis and treatment. It may effectively improve the flows of its initial and systematic diagnoses. Artificial intelligence imaging technology of DDH is also gradually popularized. This review summarized the necessity of early ultrasonic screening for pediatric DDH and discussed different ultrasonic screening techniques and modes between China and foreign countries. It was intended to provide references for effective ultrasonic screening of hip joint and comprehensive interventions for DDH patients in the future.

**【Key words】** Hip Joint; Bone Diseases, Developmental; Ultrasonography; Surgical Procedures, Operative; Child

**Fund program:** 2019 Key Technology Research Project of Inner Mongolia Autonomous Region (2019GG153)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202211058-000

发育性髋关节发育不良 (developmental dysplasia of the hip, DDH) 由 Klisic 于 1989 年首次提出并建议使用, 本病既

往一直被称作先天性髋关节脱位 (congenital dislocation of the hip, CDH), 由于 DDH 呈现动态的发育异常, 可能随着婴幼

儿生长发育而好转或加重,因此并非真正意义上的先天性脱位。DDH 包括了广泛的髋关节发育异常,1‰~4‰ 的婴幼儿出生时即存在髋臼发育不良、半脱位和脱位倾向<sup>[1]</sup>。目前虽有大量 DDH 的相关研究,但其病因、发病机制仍不完全清楚,可能与遗传因素、生活习惯和宫内环境有关。由于出生时无明显症状及体征,DDH 容易被忽视,需经专科医师采用特殊方法才能诊断。目前国际公认的 DDH 防治原则为早诊早治,越早治疗效果越好<sup>[2]</sup>。超声检查不论在成像特性还是操作技术方面均更具优势<sup>[3]</sup>。随着髋关节人工智能影像技术的不断发展,DDH 的诊断及筛查效率也有了新的突破。本文对 DDH 患儿早期超声筛查的必要性、超声筛查技术及国内外筛查模式进行综述,以期为临床实践提供参考。

### 一、髋关节发育不良超声筛查的必要性

近年来,DDH 的预防工作日益受到重视,定期开展体格检查和 DDH 超声筛查已成为不少发达国家保证婴幼儿健康的重要工作环节。筛查是早期诊断 DDH 的主要手段,包括临床体格检查、超声检查以及 X 线检查<sup>[2]</sup>。临床体格检查能够发现先天性髋关节发育不稳,但无法发现髋臼的发育不良。相关文献证明,通过体格检查筛查早期 DDH 的灵敏度较低(约 65%),约 60% 的婴儿在临床体格检查中被漏诊<sup>[3]</sup>。对大于 6 月龄的婴儿,X 线检查效果更佳;据相关研究报道,X 线检查和超声检查的有效衔接年龄为 6~8 个月,遂认为 6 月龄的婴儿应优先选择 X 线检查<sup>[4]</sup>。此时婴幼儿股骨头骨化中心开始骨化,可获得良好的结构图像,若低于该年龄段进行 X 线检查,易导致漏诊和误诊,同时 X 线检查具有放射性,会对较低月龄的儿童产生一定影响。对新生儿和低月龄婴儿使用超声检查诊断 DDH 更具优势,因其敏感性、特异性更高,且具有无辐射、安全性高、经济优势、便于操作的特点,现已成为 DDH 早期筛查的首选方法<sup>[5]</sup>。在婴儿期,髋关节主要由软骨构成,超声可穿透软骨,能精确、直观地显示髋关节的完整构造,从而判断髋关节结构是否正常。

### 二、DDH 超声检查技术

#### (一)静态超声检查法

1. Graf 法 奥地利小儿骨科医师 Graf 在 1980 年首先将超声应用于新生儿期髋关节检查,并形成了 DDH 早期超声诊断体系<sup>[6]</sup>。Graf 法将髋关节发育不良的病理表现和严重程度与患儿年龄相关联,从而为患儿提供高特异性的诊断和治疗方案<sup>[7]</sup>。检查过程中婴幼儿取侧卧位,受检髋关节自然屈曲 90°,操作人员使用高频线性阵列探头置于髋关节侧位,超声探头上缘向后转动 10°~15°,使受检髋关节视图呈现冠状面;该视图可获得用于测量的标准图像,首先确定对应的 3 个解剖学标记:髂骨下缘点、髂骨平面以及孟唇中心<sup>[8]</sup>。操作者作 3 条直线:①基线:通过髂骨外侧的水平线,即平直髂骨声影;②骨顶线:髂骨下缘点与骨性髋臼外侧缘的切线;③软骨顶线:孟唇与骨性髋臼外侧缘的连线。基线与骨顶线的交集角为  $\alpha$  角,基线与软骨顶线的交集角为  $\beta$  角; $\alpha$  角代表骨性髋臼的发育程度, $\alpha$  角  $<60^\circ$  为异常,表示骨性髋臼太浅,容易造成股骨头脱位, $\alpha$  角越大,则髋臼越深,发育也更

好; $\beta$  角代表软骨性髋臼形态, $\beta$  角  $>55^\circ$  为异常,表示股骨脱位导致关节孟唇突起升高, $\beta$  角越大,软骨性髋臼形态越差<sup>[8]</sup>。Graf 系统依据超声所显示的  $\alpha$ 、 $\beta$  角大小,将髋关节划分为四型,由 1 型(无发育不良)到 4 型(脱位)。Graf 1 型:即正常髋关节, $\alpha$  角  $\geq 60^\circ$ ,股骨头位于髋臼中心。Graf 2 型(包括 2a 型、2b 型、2c 型、D 型): $\alpha$  角在  $50^\circ\sim 59^\circ$  之间,股骨头位于髋臼中心。小于 3 月龄的患儿在髋关节生理发育过程中  $\alpha$  角仍可能增大,将此归类于生理发育不成熟的髋关节,为 Graf 2a 型;当患儿大于 3 月龄后,因发育迟缓导致髋臼较浅,属于异常髋关节,此为 Graf 2b 型; $\alpha$  角在  $43^\circ\sim 49^\circ$  之间时,髋关节会变得不稳定;如果髋臼软骨唇仍位置正常( $\beta$  角  $<77^\circ$ ),则为 Graf 2c 型;在 Graf D 型中,股骨头偏离,髋臼软骨唇被挤压向上, $\beta$  角增大(此时  $\beta$  角  $>77^\circ$ )。Graf 3 型和 4 型: $\alpha$  角  $<43^\circ$ ,股骨头偏离。在 Graf 3 型中,由于半脱位的股骨头将软骨唇推开,软骨唇被向上挤压;在 Graf 4 型中,股骨头在软骨唇上脱出,软骨唇被向下推压,甚至可能从超声视野中消失。在 2018 年“髋关节发育不良评估国际跨学科共识”会议上,参会者一致认同 Graf 技术是用于 DDH 早期筛查的首选超声技术,重点是以标准化和可重复的方式进行此项检查<sup>[9]</sup>。

2. Morin 法 1985 年,Morin 等<sup>[10]</sup>提出了髋关节屈曲位冠状位的超声检查方法,该方法可观察股骨头被骨性髋臼覆盖的程度,即股骨头覆盖率(morin ratio,MR)。测量髋臼底到骨性髋臼边缘的垂直距离(d)与髋臼底到股骨头外侧缘的垂直距离(D), $d/D \times 100\%$  即股骨头骨性髋臼覆盖率,由此得出 MR,根据 MR 可判断髋关节的发育情况<sup>[11]</sup>。

3. Terjesen 法 1989 年,Terjesen 等<sup>[12]</sup>在 Morin 的基础上提出了骨缘覆盖率(bony rim percentage,BRP),患儿取仰卧位,测量髋臼窝到髋臼外缘的距离与从髋臼窝到外侧关节囊距离的比值即为 BRP。女性患儿 BRP  $<44.1\%$ ,男性患儿 BRP  $<47.2\%$  即可诊断为 DDH。

#### (二)动态超声检查法

1. Harcke 法 2013 年,美国超声医学协会推荐使用 Harcke 法对髋关节进行超声检查,该技术可在三维空间中动态检测 DDH<sup>[13]</sup>。当患儿取仰卧位,髋关节自然屈髋位时,可在多个切面进行超声检查,同时要在动态和施加压力的情况下观察股骨头的稳定性。正常髋关节在施加压力的情况下股骨头位置基本保持稳定,而髋关节不稳定的股骨头会发生位置的移动。

2. Novick 法 1983 年,Novick 等<sup>[14]</sup>采用多平面、动态的方法进行髋关节超声检查。该方法主要观察股骨头和髋臼的对应关系及髋关节的稳定性,根据髋关节在中立位和屈曲位时水平面和冠状面的超声图像,将髋关节分为正常髋关节、半脱位髋关节和完全脱位的髋关节。

### 三、国内外 DDH 的早期筛查现状

#### (一)国外 DDH 早期筛查现状

目前,国际上暂无 DDH 早期筛查的标准指南<sup>[15]</sup>。1980 年以前,欧洲国家主要通过临床体格检查对 DDH 患儿实施

筛查,但该方式受检查者主观因素的影响较大,易导致漏诊、误诊。自 Graf 将超声检查运用于 DDH 早期筛查后,超声检查已成为 DDH 主要筛查方法并沿用至今,极大提高了 DDH 早期诊断率,有助于 DDH 的早期干预与治疗。部分欧洲国家(如瑞典、挪威、德国、意大利)施行 DDH 普遍性超声筛查模式,新生儿出生后 1~3 d 即接受髋关节超声检查<sup>[16-17]</sup>。奥地利于 1992 年规定所有新生儿都必须接受髋关节超声检查,同样采用 DDH 的普遍性超声筛查模式,并把这种筛查模式列入国家筛查项目中。由于实施了普遍性超声筛查模式,奥地利晚期 DDH 手术率从 1991 年的 3.4% 下降到 2004 年的 0.13%,表明 DDH 超声筛查具有很大的卫生经济学价值<sup>[18]</sup>。2011 年,欧洲儿科放射学会颁布了《欧洲儿科放射学会髋关节筛查推荐规范》,建议使用 Graf 法对髋关节的功能和结构进行评估,对 DDH 的筛查过程、筛查人员培训与资质、超声报告的格式等方面进行了明确规定<sup>[19]</sup>。

美国、加拿大等美洲发达国家使用 DDH 的选择性超声筛查模式<sup>[20]</sup>。这种筛查方式主要针对具备高危因素的婴儿,或在临床体格检查中发现存在髋关节异常的婴儿,需要立即转诊进行髋关节超声检查。部分欧洲国家也采用选择性超声筛查模式,丹麦卫生局于 2013 年发布了 DDH 筛查国家战略,要求新生儿出生后由助产师立即进行临床体格检查,并在出生后 5 周由临床医师进行重复体格检查,如检查结果为阳性,则将患儿转诊进行专门的超声扫描<sup>[21]</sup>。在法国,需对新生儿进行全面的临床体格检查,于分娩后 24~72 h 内进行欧特兰尼(Ortolani)试验和巴劳(Barlow)试验,若结果为阳性,需于分娩后 2 周进行髋关节超声检查,并于出生后第 6 周进行随访,如结果仍为阳性,需行进一步诊治<sup>[15]</sup>。在荷兰,如果存在 DDH 危险因素,则可在婴儿 3 月龄时进行选择性超声筛查,或分别于出生后 1 周、1 个月和 3 个月在儿童医疗中心进行体格检查,如发现髋关节不稳定则进行选择性超声筛查<sup>[17]</sup>。有学者指出,如果在新生儿出生后早期进行超声筛查,部分新生儿髋关节发育还不完善,存在生理性不稳定,因此诊断为假阳性的 DDH 婴儿可能被过度治疗,导致股骨头缺血性坏死,且普遍性超声筛查是否会降低晚期 DDH 发病率目前尚存争议。2013 年,美国超声医学协会发布《发育性髋关节发育不良超声检查实践指南》(更新版),该指南确定了接受 DDH 超声检查的指征为:①髋关节体格检查或影像学检查存在异常;②存在 DDH 家族史或遗传病史;③臀先露;④羊水过少,或其他胎产式原因;⑤神经肌肉疾病(包括先天性斜颈和先天性足部畸形等);⑥使用 Pavlik 支具或其他固定设备治疗<sup>[22]</sup>。

应针对所有新生儿进行超声检查(即普遍性筛查),还是只针对存在危险因素或临床体格检查异常的新生儿进行选择性的筛查,目前国际上还没有达成共识<sup>[13,23]</sup>。此外,超声检查的最佳时机尚不明确,这导致超声筛查在国际上存在很大的差异,可能归因于不同国家 DDH 发病率和医疗系统组织的差异。虽然对于超声检查的最佳时机没有达成共识,但建议不要在出生后 6 周内进行超声检查,除非体格检查时发现

髋关节脱位,因为母体雌激素导致的生理性韧带松弛可使髋关节出现生理性不稳,易发生误诊,6 周后婴儿体内的母体激素大多基本消退,髋关节的生理性不稳定也可自然恢复<sup>[24]</sup>。目前对于不同筛查方案的高质量研究较少,来自奥地利和德国的研究显示,自应用普遍性超声筛查以来,DDH 手术率、并发症发生率以及 DDH 整体治疗成本均有所下降<sup>[25]</sup>。然而,选择性超声筛查组的治疗率较低,约 1.8% 的患儿需要治疗,而普遍性超声筛查组的治疗率约为 3.4%<sup>[26-27]</sup>。不论是选择性超声筛查模式还是普遍性超声筛查模式,都可以实现 DDH 的早期诊断,且早期筛查 DDH 的平均费用大大低于因诊断延迟所引起的手术治疗平均花费<sup>[28]</sup>。

## (二)国内 DDH 早期筛查现状

由于我国对 DDH 的了解起步相对较晚,起初仅以体格检查为主,认为臀纹不对称、双下肢不等长、关节不稳定是髋关节发育不良的诊断依据<sup>[29]</sup>。21 世纪后,国内部分医院逐渐开始学习并使用超声检查来诊断早期 DDH,2002 年陈博昌等<sup>[30]</sup>通过使用髋关节超声 Graf 法对上海市儿童医学中心 391 例疑似 DDH 患儿进行了检查,并对检查后确诊的患儿实施 Pavlik 支具治疗,治愈率达 91.67%,这表明髋关节超声 Graf 法对 DDH 的诊断及治疗监测具有较高价值<sup>[31]</sup>。随着 Graf 法在我国的传入和推广,DDH 的检查方法、诊断标准及治疗指征产生了一定分歧,目前我国部分地区已经开展了髋关节的超声筛查,如北京、天津、上海、深圳、重庆、河北、山东等,且基本采用 Graf 超声技术进行检查<sup>[2]</sup>。我国区域广阔,各地区医疗技术水平和观念仍存在一定差异,因此仍有多数地区未开展 DDH 早期超声筛查工作<sup>[32]</sup>。部分地区使用临床体格检查或辅以 X 线检查对 DDH 进行诊断,考虑到 DDH 的自然发展与患儿年龄等因素,临床检查结合 X 线对 DDH 的诊断准确性较低。针对髋关节超声检查的时间、检查方法以及早期治疗国内尚存争议,2017 年中华医学会公布了 0~2 岁 DDH 的医学诊疗指南,该指南主张使用 Graf 法进行髋关节超声检查,同时建议对分娩后 2~6 周存在体格检查异常或具备危险因素的新生儿进行髋关节超声检查,并针对 DDH 分型施以相应治疗<sup>[33]</sup>。

目前我国 DDH 早期筛查模式尚未统一,这可能与我国发病率的地域性差异以及各地区超声筛查的规范性、统一性不一相关。当下部分地区根据自身情况已施行相应的筛查方案,在天津,底垚宗等<sup>[34]</sup>首次提出“转诊-初筛-复筛-确诊”的 DDH 筛查模式,先经初级医疗保健体系进行筛查,如复筛发现异常结果,则需转诊至专科医院进行诊治。该模式虽由政府出资,但资金消耗较大,不适合所有地区施行,目前仅有天津、北京、张家港采用该筛查模式,并由政府出资<sup>[19]</sup>。王加宽等<sup>[32]</sup>于 2018 年提出了构建 DDH 早期筛查三级网络的新体系,其主要筛查方式以社区卫生服务站或妇幼保健所为基础,开展 DDH 的早期筛查;将阳性或疑似阳性患儿转诊至县、区级医疗院所进一步诊断;最后,阳性患儿可转诊至省、市级专科医院并进行临床干预及治疗。该模式既避免了



医疗资源的浪费,也可减少公共卫生资金的投入。新型的三级网络筛查体系能更好发挥 DDH 早期筛查的优势,具有较好的临床推广价值。

#### 四、智能化 DDH 辅助筛查

对于辅助 DDH 诊断的检查方式,影像学检查无疑占有举足轻重的地位,而超声是筛查早期 DDH 的重要影像学方法。超声诊断对检查者的主观依赖性较强,对医师的专业知识和临床经验要求较高,容易造成不同检查者之间操作结果差异较大。而突破这一局限性的关键是提高超声检查的标准化、规范程度以及量化准确率,目前基于 Graf 超声法的 DDH 人工智能诊断系统受到广泛关注,该诊断系统包括标准切面自动识别模块和发育参数自动测量模块。首先检查者使用超声探头扫描患髋,获得超声影像数据后输入标准切面自动识别模块,该模块可将输入图像分类为标准切面和非标准切面,已被判定为标准切面的图像被传输到自动测量模块,自动识别模块会自动检测和分割出关键解剖部位(即平直髂骨、髂骨下缘、孟唇和骨-软骨结合处),系统可自动测量出  $\alpha$  角和  $\beta$  角,最后将结果标注在超声显示图中供检查者参考,该系统首次将标准切面的判断融入自动诊断过程,实现质量控制,提高同质化水平,同时提高了工作效率和测量的精准度。

综上所述,DDH 是一种容易被忽视的婴幼儿骨骼系统发育性疾病,如果不进行早期筛查,则可能错过最佳治疗时机,不仅会使后期治疗困难加大,而且会给患儿家庭带来巨大的经济负担,因此 DDH 的早诊断、早治疗至关重要。基于我国 DDH 筛查现状,为了降低 DDH 的误诊与漏诊率,在条件允许的地区,建立 DDH 新生儿区域性的超声筛查体系已是必然趋势<sup>[33]</sup>。在结合我国 DDH 筛查现状的基础上,要建立政府主导、各部门联动协调机制,摸索出符合我国国情的 DDH 早期筛查网络体系。

**利益冲突** 所有作者声明不存在利益冲突

#### 参 考 文 献

- [1] 罗春荣. 超声改良 Morin 法在婴儿发育性髋关节发育不良筛查中的应用效果研究[J]. 中国疗养医学, 2020, 29(2): 183-185. DOI:10.13517/j.cnki.ccm.2020.02.030.
- [2] 李蓉, 王雯雯. 发育性髋关节发育不良诊断进展及中国筛查模式探讨[J]. 医学综述, 2018, 24(14): 2817-2822. DOI:10.3969/j.issn.1006-2084.2018.14.022.
- [3] 邓琦, 栗平, 袁蕊. 超声在早期诊断婴幼儿发育性髋关节发育不良的应用[J]. 内蒙古医学杂志, 2021, 53(4): 450-451. DOI:10.16096/J.cnki.nmgxyzz.2021.53.04.020.
- [4] 梁锋沛. 江门地区 0~6 个月婴儿发育性髋关节发育异常超声筛查现状与分析[J]. 中国医药科学, 2020, 10(16): 137-140. DOI:10.3969/j.issn.2095-0616.2020.16.037.
- [5] 黄杰, 林小影, 李功祥, 等. 超声筛查发育性髋关节发育不良高危婴儿的临床价值[J]. 实用医药杂志, 2017, 34(1): 27-29. DOI:10.14172/j.issn1671-4008.2017.01.009.
- [6] Graf R. The diagnosis of congenital hip-joint dislocation by the ultrasonic Combound treatment[J]. Arch Orthop Trauma Surg (1978), 1980, 97(2): 117-133. DOI:10.1007/BF00450934.
- [7] Graf R. Hip sonography: background; technique and common mistakes; results; debate and politics; challenges[J]. Hip Int, 2017, 27(3): 215-219. DOI:10.5301/hipint.5000514.
- [8] 刘帅, 林伟枫, 惠涛涛, 等. 联合应用 Graf 和 Hareke 超声技术评价 DDH 早期诊治的临床效果[J]. 中华小儿外科杂志, 2020, 41(11): 1010-1015. DOI:10.3760/cma.j.cn421158-20190801-00470.
- [9] Liu S, Lin WF, Hui TT, et al. Combining Graf and Hareke ultrasounds for evaluating the clinical outcomes of DDH in early diagnosis and treatment[J]. Chin J Pediatr Surg, 2020, 41(11): 1010-1015. DOI:10.3760/cma.j.cn421158-20190801-00470.
- [10] O'Beirne JG, Chlapoutakis K, Alshryda S, et al. International interdisciplinary consensus meeting on the evaluation of developmental dysplasia of the hip[J]. Ultrascall Med, 2019, 40(4): 454-464. DOI:10.1055/a-0924-5491.
- [11] Morin C, Hareke HT, MacEwen GD. The infant hip: real-time US assessment of acetabular development[J]. Radiology, 1985, 157(3): 673-677. DOI:10.1148/radiology.157.3.3903854.
- [12] 朱杰, 赵黎. 发育性髋关节发育不良的超声筛查: 研究进展与目前问题[J]. 国际骨科学杂志, 2016, 37(3): 153-156. DOI:10.3969/j.issn.1673-7083.2016.03.005.
- [13] Zhu J, Zhao L. Ultrasonic screening for developmental hip dysplasia: research advances and current issues[J]. Int J Orthop, 2016, 37(3): 153-156. DOI:10.3969/j.issn.1673-7083.2016.03.005.
- [14] Terjesen T, Bredland T, Berg V. Ultrasound for hip assessment in the newborn[J]. J Bone Joint Surg Br, 1989, 71(5): 767-773. DOI:10.1302/0301-620X.71B5.2684989.
- [15] Shorter D, Hong T, Osborn DA. Cochrane review: screening programmes for developmental dysplasia of the hip in newborn infants[J]. Evid Based Child Health, 2013, 8(1): 11-54. DOI:10.1002/ebch.1891.
- [16] Novick G, Ghelman B, Schneider M. Sonography of the neonatal and infant hip[J]. AJR Am J Roentgenol, 1983, 141(4): 639-645. DOI:10.2214/ajr.141.4.639.
- [17] Dom U, Neumann D. Ultrasound for screening developmental dysplasia of the hip: a European perspective[J]. Curr Opin Pediatr, 2005, 17(1): 30-33. DOI:10.1097/01.mop.0000151554.10176.34.
- [18] Thallinger C, Pospischill R, Ganger R, et al. Long-term results of a nationwide general ultrasound screening system for developmental disorders of the hip: the Austrian hip screening program[J]. J

- Child Orthop, 2014, 8 ( 1 ) : 3 - 10. DOI: 10. 1007/s11832 - 014 - 0555 - 6.
- [17] Kilsdonk I, Witbreuk M, Van Der Woude HJ. Ultrasound of the neonatal hip as a screening tool for DDH: how to screen and differences in screening programs between European countries [J]. J Ultrason, 2021, 21 ( 85 ) : e147 - e153. DOI: 10. 15557/JoU. 2021. 0024.
- [18] Rosendahl K, Markestad T, Lie RT. Developmental dysplasia of the hip. A population-based comparison of ultrasound and clinical findings [J]. Acta Paediatr, 1996, 85 ( 1 ) : 64 - 69. DOI: 10. 1111/j. 1651 - 2227. 1996. tb13892. x.
- [19] 李德宇, 王加宽. 发育性髋关节发育不良早期筛查现状 [J]. 实用骨科杂志, 2020, 26 ( 11 ) : 1010 - 1014. DOI: 10. 13795/j.cnki. sgkz. 2020. 11. 011.
- Li DY, Wang JK. Current status of early screening for developmental hip dysplasia [J]. J Pract Orthop, 2020, 26 ( 11 ) : 1010 - 1014. DOI: 10. 13795/j. cnki. sgkz. 2020. 11. 011.
- [20] Laborie LB, Markestad TJ, Davidsen H, et al. Selective ultrasound screening for developmental hip dysplasia: effect on management and late detected cases. A prospective survey during 1991 - 2006 [J]. Pediatr Radiol, 2014, 44 ( 4 ) : 410 - 424. DOI: 10. 1007/s00247 - 013 - 2838 - 3.
- [21] Husum HC, Møller-Madsen B, Thomsen JL, et al. Screening of dysplasia of the hip in Denmark [J]. Ugeskr Laeger, 2021, 183 ( 12 ) : V05200371.
- [22] American Institute of Ultrasound in Medicine. AIUM practice guideline for the performance of an ultrasound examination for detection and assessment of developmental dysplasia of the hip [J]. J Ultrasound Med, 2013, 32 ( 7 ) : 1307 - 1317. DOI: 10. 7863/ultra. 32. 7. 1307.
- [23] Mahan ST, Katz JN, Kim YJ. To screen or not to screen? A decision analysis of the utility of screening for developmental dysplasia of the hip [J]. J Bone Joint Surg Am, 2009, 91 ( 7 ) : 1705 - 1719. DOI: 10. 2106/JBJS. H. 00122.
- [24] American Institute of Ultrasound in Medicine, American College of Radiology. AIUM practice guideline for the performance of an ultrasound examination for detection and assessment of developmental dysplasia of the hip [J]. J Ultrasound Med, 2009, 28 ( 1 ) : 114 - 119. DOI: 10. 7863/jum. 2009. 28. 1. 114.
- [25] Kuitunen I, Uimonen MM, Haapanen M, et al. Incidence of neonatal developmental dysplasia of the hip and late detection rates based on screening strategy: a systematic review and meta-analysis [J]. JAMA Netw Open, 2022, 5 ( 8 ) : e2227638. DOI: 10. 1001/jamanetworkopen. 2022. 27638.
- [26] Laborie LB, Engesaeter IØ, Lehmann TG, et al. Screening strategies for hip dysplasia: long-term outcome of a randomized controlled trial [J]. Pediatrics, 2013, 132 ( 3 ) : 492 - 501. DOI: 10. 1542/peds. 2013 - 0911.
- [27] Rosendahl K, Markestad T, Lie RT. Ultrasound screening for developmental dysplasia of the hip in the neonate: the effect on treatment rate and prevalence of late cases [J]. Pediatrics, 1994, 94 ( 1 ) : 47 - 52.
- [28] Buonsenso D, Curatola A, Lazzareschi I, et al. Developmental dysplasia of the hip: real world data from a retrospective analysis to evaluate the effectiveness of universal screening [J]. J Ultrasound, 2021, 24 ( 4 ) : 403 - 410. DOI: 10. 1007/s40477 - 020 - 00463 - w.
- [29] Anderton MJ, Hastie GR, Paton RW. The positive predictive value of asymmetrical skin creases in the diagnosis of pathological developmental dysplasia of the hip [J]. Bone Joint J, 2018, 100 - B ( 5 ) : 675 - 679. DOI: 10. 1302/0301 - 620X. 100B5. BJJ - 2017 - 0994. R2.
- [30] 陈博昌, 李玉婵, 杨杰, 等. 婴幼儿发育性髋关节异常的早期诊断 [J]. 中华小儿外科杂志, 2003, 24 ( 4 ) : 344 - 347. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0253 - 3006. 2003. 04. 017.
- Chen BC, Li YC, Yang J, et al. Early diagnosis of developmental dysplasia of hip in infants: preliminary report of ultrasonographic examination of 391 cases [J]. Chin J Pediatr Surg, 2003, 24 ( 4 ) : 344 - 347. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0253 - 3006. 2003. 04. 017.
- [31] 蒋立, 楼跃. 婴儿髋关节发育不良的早期超声诊断和早期干预 [J]. 实用骨科杂志, 2019, 25 ( 3 ) : 280 - 282. DOI: 10. 13795/j.cnki. sgkz. 2019. 03. 024.
- Jiang L, Lou Y. Early ultrasound diagnosis and early intervention of infant hip dysplasia [J]. J Pract Orthop, 2019, 25 ( 3 ) : 280 - 282. DOI: 10. 13795/j. cnki. sgkz. 2019. 03. 024.
- [32] 王加宽, 王玉欢. 髋关节发育不良的早期筛查现状与筛查网络体系 [J]. 中华妇幼临床医学杂志 ( 电子版 ), 2018, 14 ( 1 ) : 113 - 115. DOI: 10. 3877/cma. j. issn. 1673 - 5250. 2018. 01. 019.
- Wang JK, Wang YH. Current status and network system of early screening for developmental dysplasia of the hips [J]. Chin J Obstet Gynecol Pediatr ( Electron Ed ), 2018, 14 ( 1 ) : 113 - 115. DOI: 10. 3877/cma. j. issn. 1673 - 5250. 2018. 01. 019.
- [33] 中华医学会小儿外科分会骨科学组, 中华医学会骨科学分会小儿创伤矫形学组. 发育性髋关节发育不良临床诊疗指南 ( 0 ~ 2 岁 ) [J]. 中华骨科杂志, 2017, 37 ( 11 ) : 641 - 650. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0253 - 2352. 2017. 11. 001.
- Group of Pediatric Orthopedics, Branch of Pediatric Surgery; Group of Pediatric Trauma Orthopedics, Branch of Pediatric Orthopedics, Chinese Medical Association; Clinical Diagnosis and Treatment Guidelines for Developmental Dysplasia of the Hip ( 0 - 2 Years Old ) [J]. Chin J Orthop, 2017, 37 ( 11 ) : 641 - 650. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0253 - 2352. 2017. 11. 001.
- [34] 底焱宗, 杨建平, 王雯雯, 等. 天津市发育性髋关节异常的早期筛查 [J]. 中华骨科杂志, 2011, 31 ( 5 ) : 463 - 468. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0253 - 2352. 2011. 05. 009.
- Di YZ, Yang JP, Wang WW, et al. Early screening of developmental dysplasia of the hip in Tianjin Municipality [J]. Chin J Orthop, 2011, 31 ( 5 ) : 463 - 468. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 0253 - 2352. 2011. 05. 009.

( 收稿日期: 2022 - 11 - 29 )

**本文引用格式:** 侯佩伺, 刘万林, 赵振群, 等. 髋关节超声筛查及筛查体系在婴幼儿发育性髋关节发育不良早期诊断中的应用进展 [J]. 临床小儿外科杂志, 2023, 22 ( 5 ) : 480 - 484. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785 - 202211058 - 015.

**Citing this article as:** Hou PS, Liu WL, Zhao ZQ, et al. Application of ultrasound screening of hip joint and screening system in early diagnosis of infant developmental hip dysplasia [J]. J Clin Ped Sur, 2023, 22 ( 5 ) : 480 - 484. DOI: 10. 3760/cma. j. cn101785 - 202211058 - 015.