

正常新生儿髋关节声波传导正常值的研究

黄晓琳 邝适存 郑振耀

【摘要】 目的 研究 109 名正常新生儿髋关节声波传导特性。**方法** 应用非侵入性的声波技术,包括刺激系统、传导系统和装有双通道数字过滤程序的数据分析系统,检测新生儿髋关节两侧声波信号的一致性(CF)和声强差异(D)。**结果** 在 160~315 Hz 的频率范围,正常新生儿两侧髋关节声波信号的相关性最高即一致性好(CF > 0.94),声强差异最小(D < 2 dB)。**结论** 该声波技术提供了一个有客观参数的实用方法。新生儿髋关节声波传导正常值的建立为进一步研究和诊断新生儿髋关节疾患提供了一客观标准。

【关键词】 髋关节; 婴儿,新生; 声波传导; 数字滤过

Acoustic transmission recorded on normal neonatal hip joints HUANG Xiaolin*, KWONG S. C. Kevin, CHENG C. Y. Jack. * Department of Rehabilitation Medicine, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

【Abstract】 Objective To investigate the properties of acoustic transmission on normal neonatal hip joints. **Methods** One hundred and nine normal neonates aged 1-30 days were enrolled in this study irrespective of their sex and body-weight. A non-invasive technique consisting of an excitation system, a transduction system as well as a data acquisition and analysis system (with digital filtering program) was used for measuring the acoustic transmission across the neonatal hip joints, with emphasis on evaluation of the coherence function (CF) of the signals and its discrepancy (D) between the bilateral hips. **Results** It was found that, the highest CF (CF > 0.94) and smallest discrepancy (D < 2 dB) could be observed between the bilateral hips when the acoustic waves were ranged from 160 Hz to 315 Hz, and that these data were irrelative to the sex and body-weight of these neonates. **Conclusion** Following the development of advanced acoustical technique, an objective and practicable method can now be used to evaluate the properties of acoustic transmission in patients with joint diseases. Our experimental data may be helpful for diagnosing neonatal hip diseases.

【Key words】 Hip joint; Infant, newborn; Acoustic wave transmission; Digital filter

叩诊和听诊作为一个古老的技术应用于临床诊断已有一个多世纪了,它通过声波的产生及其在人体组织中的传导特性来发现和诊断疾病。Mollan^[1]率先应用声波技术探测声波在四肢关节的产生和传导,根据其变化来研究关节结构的力学特性。随后,许多学者对声波技术进行了进一步的研究和探讨。用手指叩击或音叉振动,并借助听诊器听诊声波传导,以辅助诊断骨关节疾患^[2-7]。这种方法操作简便,无痛,无创,无放射性损害,可以反复检查。但由于该技术取决于检查者的操作技巧和听诊经验,缺乏对声波传导的客观记录 and 定量分析,所以仍未成为临床常规检查。为此,我们研究一种特殊声波技术来客观记录声波在一组正常新生儿髋关节的传导信号,通过对振动反应的分析,获得所观察结构的动态反应的客观数据。本文着重研究正常新生儿髋关节声波传导特性,提示有关骨关节结

构的力学特征。

资料与方法

参加测试的正常新生儿 109 人(均由父母口头或书面同意):男 57 人,女 52 人;平均年龄为 5.86 d(1~30 d);体重 2.5~3 kg 者 38 人,3.1~3.5 kg 者 38 人,>3.6 kg 者 33 人,平均体重 3.34 kg (2.51~4.65 kg);平均孕期为 39.41 周(37~42 周)。所有受试者经检查无骨科疾病病史或骨骼肌肉异常及先天畸形,Ortolani 和 Barlow 试验均为阴性。

本研究使用的仪器装置包括 3 个系统:(1)刺激系统即声波发生系统/双通道分析仪(Bruel & Kjaer, 2148 型):包括①声波信号发生器,可发出声波信号;②手握式刺激器(Burel & Kjaer, 5961 型),声信号连接到该刺激器,刺激器提供可控制的振动力。(2)传导系统:一对相同的麦克风(Burel & Kjaer, 4136 型)分别安装在两个听诊器(Littmann™, 3 M)的橡皮管中组成声波接收器,用于检拾声波信号。(3)数据收集和分析系统为便携式安装有双通道数字过滤程序

作者单位:430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院康复医学科(黄晓琳);香港理工大学康复科学系(邝适存);香港中文大学矫形外科与创伤学系(郑振耀)

(Burel & Kjaer, 7667 型) 的频率分析仪 (Burel & Kjaer, 2148 型), 用于将声波信号转变为数字, 继而进行数字分析。它可以在 1/3 音阶频带内进行声能测量。

受试者取俯卧位, 将两个麦克风分别放置在左、右髋关节的大转子处, 用一根 2 cm 宽的弹力橡皮带在大转子水平围绕骨盆固定, 调节松紧度使其保持压力均衡, 以便接收到更强的声波信号, 同时减少周围环境中的噪音对此声波接收器的影响, 提高信-噪比。将声波发生系统的电动刺激器放置于受试者的骶骨中央骨突部位, 将声波信号发生器发出的声波频谱调节到 800 Hz 进行刺激。数据收集和分析系统自动记录分析声波信号。每一位受试者连续测试 5 次, 每次持续约 5 ~ 8 s, 整个测试过程约 10 min。

记录以数字显示的两侧髋关节声波信号, 用每个频带的右髋声强除以左髋声强, 其比值用 dB 表示, 以了解两侧髋关节声强差异 (discrepancy, D), 即髋关节的传导功能 (transfer function), 0 dB 表明两侧声波传导完全相等, 其数学表达式为: 声强差异 = $20 \log [\text{右髋声强} / \text{左髋声强}]$ dB。两侧信号相关性 (coherence function, CF) 的评定: 两侧髋关节的声波信号在每个频带的线性关系和同步程度, 其相关性用 0 ~ 1 的尺度来表示。

结 果

所检测新生儿性别、体重对两侧髋关节声强差异无影响, 经统计学检验差异无显著性 ($P > 0.05$), 见表 1。两侧髋关节声波信号在一个较宽的频率范围 (125 ~ 400 Hz) 仍能维持很高的相关性 ($CF > 0.9$), 且声强差异较小 ($D < 3$ dB), 而在 160 ~ 315 Hz 的频率范围内, 其相关性最高 ($CF > 0.94$), 并且两髋声强差异最小 ($D < 2$ dB), 见表 2。

讨 论

在工程技术领域, 应用声波和振动来监测仪器设备有无机械异常已非常发达^[2]。基于这些技术的高度发展, 利用振动反应分析提示有关骨关节结构的力学改变已成为可能。声波在固体介质中传导最有效,

在液体中次之, 在气体中最差^[8]。人体骨组织作为固相组织, 对振动刺激产生的反应是线性的^[8], 同时信号本身不会由于生理或心理反应在组织的力学特性方面产生变化。目前国内尚未见声波技术应用于骨关节的研究报道。国外虽有一些文献报道^[2-7], 但由于对声波信号和声波振动解释的主观性及操作技术对经验的依赖性, 且缺乏声波传导强度的客观测量数据, 所以在声波探测方法和对结果的解释方面还存在问题。本研究将振动力施加在受试者的骶骨中央骨突部位, 声波信号接收装置安放在两侧的大转子, 以客观记录穿过髋关节的声波信号, 通过振动反应分析, 获得有关髋关节结构的客观数据。

表 1 两侧髋关节声强差异与性别、体重的关系 [dB, $\bar{x}(s)$]

项 目	频率 (Hz)			
	160	200	250	315
性别				
男	1.17(0.58)	1.18(0.64)	1.19(0.65)	1.21(0.63)
女	1.12(0.54)	1.13(0.54)	1.14(0.57)	1.17(0.61)
P 值	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05
体重 (kg)				
2.5 ~ 3	1.03(0.56)	1.13(0.74)	1.22(0.73)	1.24(0.78)
3.1 ~ 3.5	1.11(0.69)	1.14(0.76)	1.16(0.68)	1.26(0.66)
>3.6	1.16(0.73)	1.15(0.52)	1.21(0.50)	1.20(0.57)
P 值	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

本研究中, 所检查新生儿性别不同, 但两侧髋关节声强差异测值无何差异, 可能因为男女新生儿骨关节结构和力学特性相似; 另外由于声波主要在骨关节中传导, 所以尽管新生儿体重大小不同, 但两侧髋关节声强差异仍无明显差别。

研究还发现, 正常新生儿两侧髋关节的声波信号存在一些差异, 我们所记录的声波信号在一定频率范围内的最大差异是 2 dB。这可能是由于正常人的两侧髋关节解剖本身存在着轻微差异, 当然也可能是两个通道 (左右通道) 在声波信号的测量中存在一些技术误差, 或可能是由于病理改变所致。但后两种可能性几乎可以排除。

研究的另一个重要发现, 是受试者的两侧声波信号在 125 ~ 400 Hz 频率范围的相关性很高 ($CF > 0.9$), 声强差异较小 ($D < 3$ dB), 而在 160 ~ 315 Hz 频率范围的相关性最高 ($CF > 0.9$), 声强

表 2 两侧髋关节声波信号相关性和声强差异正常值 [$\bar{x}(s)$]

项 目	频率 (Hz)							
	100	125	160	200	250	315	400	500
声波信号相关性								
平均值 (标准差)	0.96(0.07)	0.97(0.04)	0.98(0.03)	0.98(0.03)	0.98(0.03)	0.97(0.04)	0.96(0.04)	0.89(0.14)
正常范围 (95% 可信限)	0.94 ~ 0.97	0.96 ~ 0.98	0.97 ~ 0.98	0.97 ~ 0.99	0.97 ~ 0.99	0.97 ~ 0.97	0.95 ~ 0.92	0.85
声强差异 (dB)								
平均值 (标准差)	1.67(1.23)	1.39(0.94)	1.12(0.67)	1.15(0.68)	1.17(0.66)	1.18(0.06)	1.85(1.18)	2.86(2.53)
正常范围 (95% 可信限)	1.43 ~ 1.90	1.20 ~ 1.57	0.98 ~ 1.24	1.02 ~ 1.28	1.05 ~ 1.30	1.15 ~ 1.31	1.62 ~ 2.08	2.38 ~ 3.35

差异最小($D < 2$ dB), 所以这四个频带可认为是正常新生儿髋关节声波传导的最佳和最有效的频率。其可能的解释是: 首先, 在较低的频率(低于 125 Hz), 被测定的结构可以看作是一个整体参数系统, 内部的骨架由韧带和肌肉连接增强, 整个组织紧密连接在一起, 软组织在共振中可以看作为一个递减媒介。而在较高的频率(大于 500 Hz), 传导中的声波波幅变小, 并在身体组织中以剪切波传导。这种波形在很大程度上受几何结构的影响, 并容易被身体组织吸收, 还可能有一定的离散。第二, 较低的频率可能产生一定的结构递减, 如果探头发出的振动力在低频范围, 则其结构的运动就可能不是局限在局部(骶骨中央), 而是整个结构(骨盆)甚至整个身体都可能在运动。低频振动力将产生大幅度的移位, 同时也需要更大的振动力, 而振荡器本身可能是不足以有如此强的震动力的。在这种情况下, 本研究所应用的声波接收器可能也不是检拾声波信号的最好装置了, 因为实际上可能整个骨盆都有运动, 所以此时的反应可能是整个结构的运动, 而不是声波的传导。而在相对较高的频率范围, 兴奋刺激本身不易穿过皮肤^[9], 声波信号已经很弱而不能穿过髋关节。因此, 高频也不适宜于这种情况。所以最佳频率范围应该位于研究结果显示的 160 ~ 315 Hz 之间。

本文所研究发展的声波技术, 为临床提供了一个新的可定量的实用方法, 对显示髋关节的结构特征非常有意义。正常新生儿髋关节声波传导正常值的建立

为进一步研究和诊断新生儿髋关节疾患提供了客观标准。

参 考 文 献

- 1 Mollan RAB, McCullagh GC. A critical appraisal of auscultation of human joints. *Clinical Orthopedics and Related Research*, 1982, 170: 231-237.
- 2 Kernohan WG, Beverland DE, McCoy GF, et al. The diagnostic potential of vibration arthrography. *Clinical Orthopedics and Related Research*, 1986, 106-112.
- 3 Richardson JB, Foo CK, Stone MH, et al. Attenuation of sound transmission in congenital dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg*, 1987, 69: 850.
- 4 Stone MH, Richardson JB, Bennet GC. Another clinical test for congenital dislocation of the hip. *Lancet*, 1987, 954-955.
- 5 File P, Wood JP, Kreplik LW. Diagnosis of hip fracture by the auscultatory percussion technique. *Am J Emerg Med*, 1998, 16: 73-76.
- 6 Misurya RK, Khare A, Mallick A, et al. Use of tuning fork in diagnostic auscultation of fractures. *Injury*, 1987, 18: 63-64.
- 7 Siffert RS, Kaufman JJ. Acoustic assessment of fracture healing. Capabilities and limitations of "a lost art". *Am J Orthopedics*, 1996, 25: 614-618.
- 8 Peylan A. Direct auscultation of the joint. *Rheumatis*, 1953, 9: 77-81.
- 9 Saha S, Lakes RS. The effect of soft tissue on wave propagation and vibration tests for determining the in vivo properties of bone. *J Biomech*, 1977, 10: 393-401.

(收稿日期: 2001-11-19)

(本文编辑: 刘雅丽)

· 国际会讯 ·

Third World Congress in Neurological Rehabilitation

Date: 3-6 April, 2002

Information: Dr Paolo Tonin, S. Camillo Hospital, Alberoni, Venezia-Lido 30011

Venue: Venice, Italy

E-mail: patonin@tin.it

AAPM&R Annual Assembly

Date: 21-24 November, 2002

Venue: Orlando, Florida

Website: www.aapmr.org

The 14th International Congress of the World Confederation for Physical Therapy (WCPT)

Date: 7-12 June, 2003

Abstract submission deadline: 15 September, 2002

Venue: Barcelona

Website: www.wcpt.org www.aefi.net

AAPM&R Annual Assembly

Date: 9-12 October, 2003

Venue: Chicago, Illinois

Website: www.aapmr.org