

是否足平足症：骨科医生对足弓高度的主观感知

FLATFOOT OR NOT: SUBJECTIVE PERCEPTION OF THE HEIGHT OF THE FEET ARCH AMONG ORTHOPEDISTS

© A.Ju. Dimitrieva¹, V.M. Kenis², A.V. Sapogovskiy²

¹ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia;

² H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia

■ For citation: Dimitrieva AJu, Kenis VM, Sapogovskiy AV. Flatfoot or not: subjective perception of the height of the feet arch among orthopedists. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2020;8(2):179-184. <https://doi.org/10.17816/PTORS21192>

Received: 20.02.2020

Revised: 07.04.2020

Accepted: 08.06.2020

论证：平足的视觉诊断方法是最常见的在儿科矫形医师的实践。为了证明其作为标准的合理性，有必要确认专家的充分一致性。

目的是确定在儿童平足症的视觉诊断中足弓高度感知的一致性。

材料与方法。在第一阶段，对187名小学生（374个脚）进行了检查。所有患儿均接受了检查，并进行了电脑平面摄影检查。在研究的第二阶段，随机选取130张右脚的图像，这些图像来自标准的中、外侧和后部，通过电子方式提供给32名骨科医生（其中10名是专门从事足病理的专家）。专家们必须注意提交分析脚是否为平的。为了确定专家间的一致性，使用了 w -Kendall一和谐系数和 τ -Kendall一相关系数，5个月后，计算了 κ -Cohen系数。

结果。根据我们的研究结果，专家间和专家内的可靠性指标因骨科医生是否擅长足部病理而存在显著差异。在计算和谐系数时，5个月后专家之间的一致性程度增加（分别为0.58和0.76），不像矫形外科医生，其不是专门从事脚的病理。尽管同一脚专家的意见存在一定的异质性，但总体相关系数均达到了良好和优秀的一致性水平（0.65-0.84）。专家中评估平足症诊断视觉标准稳定性参数的 κ -Cohen系数具有较好的信度（0.72），而在非足病专业的骨科医生中，该系数较低（0.31）。在评估同一足部的影像时，根据专家的说法，平足症的发生率为24.6%，而根据不擅长足部病理的整形外科医生的说法，平足症的发生率为40.9%。

结论。专家对哪只脚考虑平表现出良好和优秀的一致性水平，可用于确定内侧纵弓人体测量指标的参考值。

关键词：儿童；平足症；视觉诊；专家内可靠性；专家间可靠性；统计数据。

Background. The visual assessment of flatfoot is the most commonly used method by pediatric orthopedists. It is necessary to confirm good consistency among specialists to justify its use as a standard.

Aim. The aim of this study was to determine the consistency of visual assessment of flatfoot among orthopedists.

Materials and methods. The first stage of this study included 187 primary school-aged children. The main methods used were clinical examination and computer plantography. Then, 130 images of the right foot were randomly selected in standard projections — medial and posterior, which were provided to 32 orthopedists (ten of whom were experts). Specialists needed to note whether the foot presented for analysis was flat. We used the w -Kendall concordance coefficient and τ -Kendall correlation coefficient to determine the inter-rater reliability. After five months, the intra-rater reliability was determined, and the Cohen coefficient was calculated.

Results. Our study demonstrated that the inter-rater reliability varied significantly depending on whether the orthopedist specialized in foot pathology. When calculating the concordance coefficient, an increase in the consistency among experts was noted after five months (0.58 and 0.76, respectively), compared with orthopedists who do not specialize in foot pathology. Although some heterogeneity was noted according to experts on the same foot, the overall

correlation coefficient corresponded to a good and excellent level of consistency (0.65–0.84). Cohen's coefficient among specialists corresponded to a good level of confidence (0.72), whereas among orthopedists who do not specialize in foot pathology, there was a low level of confidence (0.31). According to experts, the frequency of flatfoot was 24.6%, whereas according to orthopedists who do not specialize in foot pathology, it was 40.9% when they evaluated images of the same feet.

Conclusion. Experts' answers regarding which foot should be considered flat demonstrated a good and excellent level of consistency. Therefore, they can be used to determine reference values of anthropometric parameters of the medial foot arch.

Keywords: children; flatfoot; visual diagnostics; intra-rater reliability; inter-rater reliability; statistics.

根据伟大的医学百科全书的定义，平足症是《以足弓减少为特征的畸形》[1]。尽管这一定义看似简单，但目前对于足部这种状况的描述存在分歧，尽管大多数专家同意，平足症的强制性组成部分是降低内侧纵足弓的高度。根据文献，在评估儿童足弓高度的众多方法中，目视检查最为常用[2-4]。这种评估方法的主要缺点是主观性，因为医生根据个人经验将足部定义为平的[5]。即使在评估专家间的可靠性，即不同专家对同一脚的意见时，也存在相当大的差异性。因此，Dahle等人（1991年）在弓形高度的视觉估计（ κ -Cohen 0.72）方面表现出了良好的一致性，而Cowan等人则表现出较差的一致性（ τ -Kendall 0.35）[6, 7]。Redmond等人（2006年）在他们的研究中分析了文献中提供的用于足形状和位置视觉评估的主要参数，并确定了其中6个专家间和专家内可靠性最高的参数。因此，开发了一种评估足形状和位置的量表—足部姿势指数（Foot Posture Index, FPI-6）[8-11]。然而，这种评估规模的缺点被认

为是相对于个别评估参数的专家间可靠性低[12, 13]。

因此，为了自信地使用足弓高度视觉评估方法来进行临床诊断平足症，有必要确定专家之间的一致性水平，这使得本研究具有相关性。在未来，这将使能够开发出对足弓高度进行视觉评估的通用标准。

目的是确定骨科医生在儿童平足症的视觉诊断中评估拱高度的一致性。

材料与方法

研究的第一阶段是根据《赫尔辛基人权宣言》的原则并征得父母/监护人的书面同意，在一所小学（7-11岁）对187名儿童进行预防性检查。为了获得标准投影图像，使用仪器硬件拨号模块《Plant-scan》（Effect有限责任公司，俄罗斯）在374英尺的计算机上进行扫描。纳入研究的主要标准是7-11岁，除平足症外，没有诊断出的矫形、神经病理学。

第二阶段的研究致力于分析平足症的视觉诊断的一致性。为此，从每个年龄组（7, 8, 9, 10和11岁）中随机选取130张右脚的标准预测—内侧外侧和后侧（视觉评估），数量相等（每个26图像）。32名骨科医生（其中10名是专业医生）观看了电子图像。我们认为专家为从事足部病理工作5年以上的骨科医生。专家们必须标出首选的答案：脚部是否平。为进一步

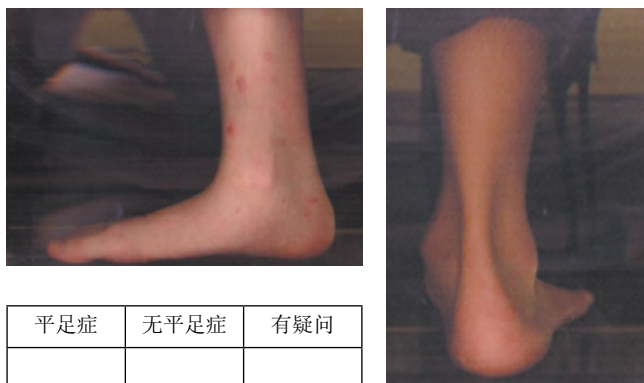


图 1. 评估足部影像的协议

统计分析，对专家反应进行数字编码：1—是；2—否；3—有疑问。为了确定专家间的一致性，对 k -链接样本使用非参数统计标准，计算 w -Kendall和谐系数和 τ -Kendall相关性。为了确定专家内的一致性，5个月后，同样的专家收到了同样的脚的照片进行分析（排列顺序不同）。第二项研究涉及20名医生，包括9名专家。通过计算 κ -Cohen系数进行统计分析。评估协议的一个示例如图1所示。

结果

首先，我们确定了专家间的一致性，即一位专家的意见与另一位专家对同一只脚的意见一致。因此，我们计算初始 w -Kendall和谐系数和5个月后的和谐系数。为了确定专家的反应之间的相关程度，我们计算了 τ -Kendall系数。这个参数也是在最初评估足部照片时和5个月后确定的。评估结果见表1。

从表中的数据可以看出，对于儿童扁平足的视力评估，骨科医生的总体一致性为0.33 ($p < 0.0001$)，不专攻足病的骨科医生为0.27，专家为0.58 ($p < 0.001$)。5个月后，总一致性系数为0.452，专家一致性增加最大，为0.76（最大一致性系数为1）。

与此同时，对于非足部病理专科的骨科医生，相关 τ -Kendall系数在0.28的范围内

($p = 0.015$)至0.63 ($p < 0.0001$)，而专家的相关系数为0.64 ($p = 0.0034$)至0.89 ($p = 0.0022$)。相关系数显示了两位专家对同一系列评估的反应有多么相似（在这种情况下，是关于是否平足症的存在）。因此，专家间和谐系数为0.58，而相关系数为0.64-0.89。这就意味着，尽管专家们意见不一，但他们并没有给出完全相反的答案。例如，对于同一只脚，有选项1和3或者2和3的答案，即《是》/《有疑问》/《否》，但是《是》/《否》的答案与同一只脚相比，他们极为罕见，而整形外科医生并不专门从事足部病理，这影响了相关值。与此同时，专家的相关系数在5个月以上无显著变化，而非足病专业的骨科医生相关系数下降，即专家意见随时间的推移更加稳定。

举个例子，用虚线图来说明按照等级分布，专家对足弓高度的一致性：如图2所示，数字位于条件线以下的足部图像一致性最高。因此，等级值越低，专家的一致性越高。

为了计算专家内部信度，我们计算了20名医生的 κ -Cohen系数，该系数反映了一段时间后专家的应答选项百分比和应答与初始数据的一致性程度。专家间的 κ -Cohen总系数表现出较好的专家内部信度（0.72； $p = 0.0021$ ），而在不专攻足部病理的骨科医生中，该系数对应于较低水平的专家内信度（0.31； $p = 0.0017$ ）。因此，专家对平足症视觉诊断的反应是稳定的。

表 1

非足病专家和矫形医师的 w -Kendall和谐系数和 τ -Kendall相关系数的动力学

率	累积率		专家		不擅长足部病理的整形外科医生	
	0个月	5个月	0个月	5个月	0个月	5个月
w -Kendall	0.333 ($p < 0.0001$)	0.452 ($p < 0.0001$)	0.58 ($p = 0.0035$)	0.76 ($p < 0.0001$)	0.27 ($p = 0.0042$)	0.29 ($p = 0.003$)
τ -Kendall	0.39-0.68*	0.28-0.7*	0.64-0.89*	0.65-0.84*	0.28-0.63*	0.21-0.67*

注：0个月—第一次评估计算的和谐系数；5个月—5个月后确定和谐系数。* $p < 0.05$ 。

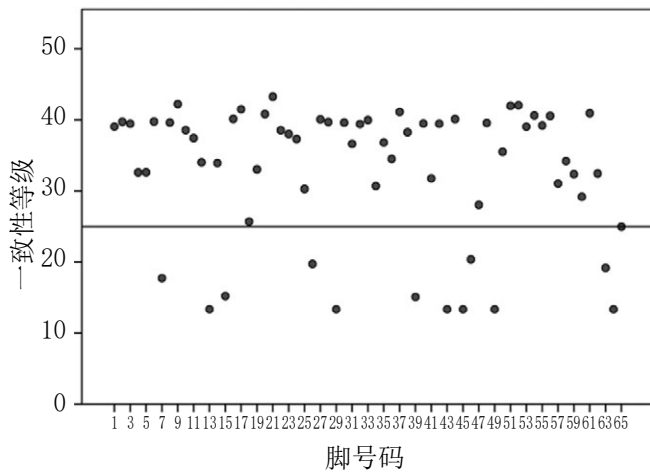


图2. 专家对足部影像按照等级分布的一致性

为了清楚地展示非足病专家和骨科医生对足弓高度主观感知的差异，图3显示了反应选项百分比的条形图：根据所提供的数据，专家对分析的足部图像的反应，平足症出现的频率平均为24.6%；而在不专门从事足部病理的骨科医生中，分析相同图像时平足的频率为40.9%，即1.7倍以上。同时，5个月后重复分析，平足症发生率分别为24.3%和33.8%。因此，专家的反应是

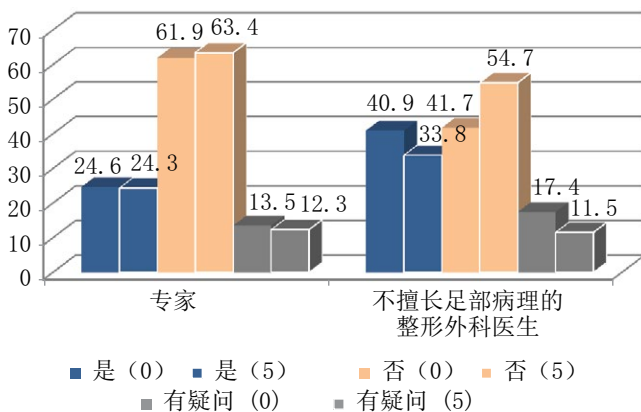


图3. 随着时间的推移，专家对与分析的足部图像相关的各种回答的频率。注：是（0）— 答案是《是的，有平足症》，在脚的主要图像分析；是（5）— 五个月后，当重新分析这些图像时，答案是《是的，有平足症》；否（0）— 答案是《没有，没有平足症》，在脚的主要图像分析；否（5）— 五个月后，当重新分析这些图像时，答案是《没有，没有平足症》；有疑问（0）— 答案是《有疑问》，在脚的主要图像分析；有疑问（5）— 五个月后，当重新分析这些图像时，答案是《有疑问》

稳定的。对于中型和高型拱形脚也观察到相同的趋势。据专家介绍，61.9%（最初）和63.4%（反复）的足弓为平均高足弓，而根据不擅长足病的骨科医生，这一数字为41.7%（最初）和54.7%（反复）。此外，两组专家回答《有疑问》的比例没有显著差异（图3）。

讨论

在平足症的临床诊断中，评估足弓高度的视觉方法最为常用。然而，这种评估的主观性提出了合理的怀疑，以视觉评估为基础进行平足症临床诊断的有效性，因为专家之间对哪只脚是有平足症的认同程度仍然未知。

例如，Cowan等人（1994年）在他们的研究中分析了六个专家的一致性（四位整形外科医生和两位足病医师）曾将脚从照片标准预测五种类别之一，第一类是绝对平底足，第三类是平均足弓高度，第五类是明显高足，第二和第四类是中等足弓。作者证明了专家的低一致性（ τ -Kendall系数在0.22到0.48之间变化）[7]。

另一方面，Dahle等人（1991年）分析了专家在临床检查中的专家间一致性。这项研究涉及了三名物理治疗师，他们对77名运动员进行了调查，他们必须确定他们的脚是旋前、中性还是旋后的位置。同时，作者表现出良好的专家间信度（ κ -Cohen为0.72）[6]。

上述研究是关于平足症视觉诊断可靠性的后续出版物提供的信息的主要来源，尽管所呈现的研究中涉及的专家人数很少，而且数据完全相反。

根据我们的研究，专家间可靠性和专家内可靠性的指标可能会因骨科医生是否擅

长足部病理而有显著差异（我们认为这种专业化的存在是评估的专家水平）。例如，在计算和谐系数时，5个月后专家之间的一致性程度有所增加（分别为0.58和0.76），而与骨科医生不擅长足部病理之相比。尽管同一脚专家的意见存在一定的异质性，但总体相关系数均达到了良好和优秀的一致性水平（0.65-0.84）。根据Cohen的定义，信度水平可以定义为：小于0.2—不显著；0.21-0.4—满意；0.41-0.6—中度；0.61-0.8—良好；0.81或以上—良好的可靠性[14]。专家中评估平足症诊断视觉标准稳定性参数的 κ -Cohen系数具有较好的信度（0.72），而在非足病专业的骨科医生中，该系数满意（0.31）。

当由专家评估同一脚的图像时，平足症出现的频率为24.6%。5个月后该指标无明显变化。而根据不擅长足部病理的骨科医生，在最初的评估中平足症的发生率为40.9%，在重复评估中为33.8%。

结论

大多数骨科医生在日常实践中使用视觉评估来诊断平足症。可见，评价足弓高度的视觉方法具有一定程度的主观性。特别是，不同的医生可能会对同一只脚有不同的看法。在这方面，在这项研究中，我们分析了专家间意见，即哪一种脚被认为平坦。此外，还确定了参与调查的专家的长期反馈的稳定性，即所谓的专家内部可靠性。

根据我们的数据，骨科医生对 w -Kendall系数的总体一致性较低（0.333， $p < 0.0001$ ）。然而，我们发现一致性的程度取决于骨科医生的专业化程度。因此，在不专攻足部病理的骨科医生中观察到低一致性（0.27），而在儿童足弓高度的视觉感知方面，专家中观察到良好一致性（0.58）。同时，专家

应答之间的相关系数也较高（0.64-0.89；分别 $p = 0.0034$ 和 0.0022 ）。在评估专家内部信度时，足弓高度视觉诊断的反应稳定性参数在专家中显示出良好的水平（专家内部信度系数的值比不擅长足病的骨科医生高2.3倍）。

根据我们的数据，按访谈的医生人数（第一阶段为32名医生，第二阶段为20名医生），本研究是关于这个问题的现代科学文献中最广泛的。由于专家对哪只足是平足的反应的专家间和专家内的信度均显示出良好和优秀的一致性水平，该原理可用于确定内侧纵弓人体测量指标的参考值。因此，它将允许使用视觉评估方法对平足症的临床诊断更有信心。

附加信息

资金来源。没有。

利益冲突。作者声明本文章的发表方面不存在明显或潜在的利益冲突。

伦理审查。地方道德委员会联邦州政府预算高等教育机构North-western State Medical University named after I. I. Mechnikov（2017年11月1日第11号议定书）。

患者的法定代表人给自愿同意参与研究并公布数据。

作者贡献

V. M. Kenis — 负责领导并参与研究设计和方法论的开发，编辑文章文本。

A. Y. Dimitrieva — 负责资料收集与处理，文学资源分析，文章文本写作。

A. V. Sapogovskiy — 负责编辑文章的文本。

所有作者都对文章的研究和准备做出了重大贡献，在发表前阅读并批准了最终版本。

References

1. Большая медицинская энциклопедия. Т. 19 / под ред. Б.В. Петровского. – 3-е изд. – М.: Советская энциклопедия, 1989. [Bol'shaya meditsinskaya entsiklopediya. Izdanie tret'e. Vol. 19. Ed. by B.V. Petrovskiy. Moscow: Sovetskaya entsiklopediya; 1989. (In Russ.)]
2. Chuckpaiwong B, Nunley JA, 2nd, Queen RM. Correlation between static foot type measurements and clinical assessments. *Foot Ankle Int.* 2009;30(3):205-212. <https://doi.org/10.3113/FAI.2009.0205>.
3. Hosl M, Bohm H, Multerer C, Doderlein L. Does excessive flatfoot deformity affect function? A comparison between symptomatic and asymptomatic flatfeet using the Oxford Foot Model. *Gait Posture.* 2014;39(1):23-28. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.05.017>.
4. Houck JR, Tome JM, Nawoczenski DA. Subtalar neutral position as an offset for a kinematic model of the foot during walking. *Gait Posture.* 2008;28(1):29-37. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2007.09.008>.
5. Армасов А.Р., Киселев В.Я. Диагностическая ценность метода визуальной оценки стоп при диагностике плоскостопия у подростков // Гений ортопедии. – 2010. – № 3. – С. 101–104. [Armasov AR, Kiselev VY. Diagnostic value of the technique for feet visual estimation in adolescent platypodia determination. *Genij ortopedii.* 2010;(3):101-104. (In Russ.)]
6. Dahle LK, Mueller MJ, Delitto A, Diamond JE. Visual assessment of foot type and relationship of foot type to lower extremity injury. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1991;14(2):70-74. <https://doi.org/10.2519/jospt.1991.14.2.70>.
7. Cowan DN, Robinson JR, Jones BH, et al. Consistency of visual assessments of arch height among clinicians. *Foot Ankle Int.* 1994;15(4):213-217. <https://doi.org/10.1177/107110079401500411>.
8. Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: the Foot Posture Index. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2006;21(1):89-98. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2005.08.002>.
9. Keenan AM, Redmond AC, Horton M, et al. The Foot Posture Index: Rasch analysis of a novel, foot-specific outcome measure. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(1):88-93. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.10.005>.
10. Cain LE, Nicholson LL, Adams RD, Burns J. Foot morphology and foot/ankle injury in indoor football. *J Sci Med Sport.* 2007;10(5):311-319. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.07.012>.
11. Evans AM, Rome K, Peet L. The foot posture index, ankle lunge test, Beighton scale and the lower limb assessment score in healthy children: a reliability study. *J Foot Ankle Res.* 2012;5(1):1. <https://doi.org/10.1186/1757-1146-5-1>.
12. Evans AM, Copper AW, Scharfbillig RW, et al. Reliability of the foot posture index and traditional measures of foot position. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2003;93(3):203-213. <https://doi.org/10.7547/87507315-93-3-203>.
13. Mentiplay BF, Clark RA, Mullins A, et al. Reliability and validity of the Microsoft Kinect for evaluating static foot posture. *J Foot Ankle Res.* 2013;6(1):14. <https://doi.org/10.1186/1757-1146-6-14>.
14. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics.* 1977;33(1):159-174. <https://doi.org/10.2307/2529310>.

Information about the authors

Alyona J. Dimitrieva* — MD, PhD student of Chair of Pediatric Traumatology and Orthopedics Children's, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-3610-7788>. E-mail: aloyna17@mail.ru.

Vladimir M. Kenis — MD, PhD, D.Sc., Deputy Director of Development and International Relations, Head of the Department of Foot and Ankle Surgery, Neuroorthopedics and Skeletal Dysplasias, H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-7651-8485>. E-mail: kenis@mail.ru.

Andrei V. Sapogovskiy — MD, PhD, research associate of the Department of Foot and Ankle Surgery, Neuroorthopedics and Skeletal Dysplasias, H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-5762-4477>. E-mail: sapogovskiy@gmail.com.