

新枕颈距离测量方法在颅底凹陷症手术中的应用及临床意义

赵家期, 唐超, 钟德君, 马飞, 王清, 廖烨晖, 唐强

(西南医科大学附属医院骨科 646000 四川省泸州市)

【摘要】目的:采用 C4 椎体中心至 McGregor 线垂直距离 (the occiput-C4 distance, OC4D) 测量颅底凹陷症 (basilar invagination, BI) 患者枕颈距离, 并探讨其在枕颈融合术 (occipitocervical fusion, OCF) 中评估患者枕颈区纵向复位程度的可行性及临床意义。**方法:**回顾性分析 2014 年 1 月~2019 年 1 月在我院就诊的 82 例颅底凹陷症患者的临床资料, 男性 23 例, 女性 59 例, 平均年龄 50.3 ± 9.6 岁, 行 OCF 手术治疗 56 例, 男性 17 例, 女性 39 例, 其中 3 例患者术后出现发音困难、吞咽困难、咽反射减弱等低位颅神经麻痹症状且无法耐受, 考虑与术中患者枕颈区过度纵向撑开有关, 行翻修手术以减少患者枕颈区纵向撑开距离。测量 82 例患者入院术前自然站立位颈椎侧位中立位片、过伸及过屈位片上 OC4D 值; 56 例手术患者 (53 例 OCF 术后常规恢复患者和 3 例 OCF 术后翻修患者) 术后住院期间复查的自然站立位颈椎侧位片上 OC4D 值及 3 例 OCF 术后翻修前自然站立位颈椎侧位片的 OC4D 值, 2 名脊柱外科医生不同时间单独进行 2 次测量。在 56 例手术患者入院和术后复查的颈椎 CT 检查中分别测量齿突尖到 McRae 线的垂直距离 (the distance of the tip of odontoid to the McRae line, McRL)。计算 53 例 OCF 术后症状改善患者和 3 例 OCF 术后翻修患者枕颈区的纵向复位距离 (患者术后 OC4D 值-患者术前 OC4D 值, d-OC4D); 记录手术患者术前及术后 12 个月随访时日本骨科协会 (Japanese Orthopaedic Association, JOA) 评分值 (17 分法), 计算手术患者枕颈区纵向复位率和神经功能改善率。**结果:**82 例患者入院颈椎中立位 OC4D 值为 49.1 ± 7.6 mm, 过屈位为 49.0 ± 7.5 mm, 过伸位为 49.0 ± 7.7 mm, 三者间差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。颈椎中立位、过伸位及过屈位 OC4D 测量值在观察者间的 ICC 分别为 0.951、0.963 和 0.949 ($P < 0.05$), 观察者内的 ICC 分别为 0.977、0.982 和 0.971 ($P < 0.05$)。56 例手术患者中, 3 例行翻修手术患者术后低位颅神经麻痹症状明显缓解。56 例手术患者 (3 例患者为翻修术后) McRL 值由术前 6.3 ± 2.8 mm 降至术后 1.8 ± 1.2 mm, 颈椎中立位 OC4D 值由术前 48.9 ± 6.0 mm 增至术后 53.5 ± 6.6 mm, 枕颈区纵向复位距离为 4.8 ± 1.2 mm, 95% 参考值范围为 2.4~7.2 mm。JOA 评分由术前 11.84 ± 2.70 分提高至术后 12 个月随访时 14.88 ± 1.74 分, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。手术患者枕颈区平均纵向复位率为 65.8%; 神经功能平均改善率为 70%。d-OC4D 与复位率、神经功能改善率之间相关系数 r 分别为 0.831、0.725 ($P < 0.001$)。**结论:**OC4D 测量是一种简单有效的枕颈距离测量方法, 在颅底凹陷症经后路枕颈融合术前可用于预估患者枕颈区纵向撑开复位的距离, 术中可用于即时评估枕颈区纵向撑开复位情况, 保证患者枕颈区获得充分减压复位的同时, 可避免枕颈区过度纵向撑开而引起相关术后并发症。

【关键词】颅底凹陷症; 枕颈距离; 颈椎 X 线片; 枕颈融合术; 低位颅神经麻痹

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2021.04.04

中图分类号: R814.4 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2021)-04-0309-08

The application and clinical significance of a new occipitocervical distance measurement method in the operation of basilar invagination/ZHAO Jiaqi, TANG Chao, ZHONG Dejun, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2021, 31(4): 309-316

【Abstract】Objectives: To measure the occipitocervical distance of patients with basilar invagination (BI) through the method of measuring the vertical distance from the center of C4 vertebral body to McGregor line,

基金项目: 四川省卫生健康委员会科研课题 (编号: 20PJ141)

第一作者简介: 男 (1995-), 硕士研究生在读, 研究方向: 脊柱外科

电话: (0830) 3165441 E-mail: zjq_123zhaojiaqi@163.com

共同第一作者: 唐超 E-mail: 510895924@qq.com

通讯作者: 钟德君 E-mail: zdj_1974@163.com

and to explore the feasibility and clinical significance of such method in evaluating the longitudinal reduction of occipitocervical area during the occipitocervical fusion (OCF). **Methods:** The clinical data of 82 patients with BI treated at our hospital from January 2014 to January 2019 was collected, including 23 males and 59 females, aged 50.3 ± 9.6 years. 56 patients underwent OCF surgery (17 males and 39 females). Among them, 3 patients developed low cranial nerve palsy symptoms such as dysphagia, dysphagia, reduced pharyngeal reflex and other intolerant symptoms after OCF operation, which was considered to be related to the patients' excessive longitudinal occipitocervical region distraction during operation, and revision surgery was performed to reduce the distance their longitudinal occipitocervical region distraction. The vertical distance between the center of C4 vertebral body and the McGregor's line (OC4D) of each patient was measured on neutral radiograph of lateral cervical spine in standing position and hyperextension and hyperflexion radiograph before operation. The OC4D values on lateral radiographs of cervical spine in natural standing position of 56 patients during hospitalization after surgery were measured (53 patients with improved symptoms after OCF and 3 patients underwent revision surgery after OCF), and the OC4D values of the 3 patients who underwent revision surgery after OCF were obtained before revision on cervical lateral radiographs in natural standing position. The vertical distance of tip of the odontoid to the McRae line (McRL) was measured on CT scans of the cervical spine on admission in 56 surgical patients and during hospital admission after OCF (3 patients after revision surgery). The longitudinal reduction distance of the occipitocervical in 53 patients who routinely recovered after OCF and 3 patients who underwent revision surgery after OCF was calculated (postoperative OC4D value-preoperative OC4D value). The Japanese Orthopaedic Association (JOA) score (17 points) was recorded at preoperation and 12 months follow-up. The reduction rate of occipitocervical area and the improvement rate of neurological function were calculated. **Results:** The OC4D of the 82 patients with basilar invagination on admission was 49.1 ± 7.6 mm in the neutral position, 49.0 ± 7.5 mm in the hyperflexion position, and 49.0 ± 7.7 mm in the hyperextension position, showed no statistically significant difference ($P > 0.05$). The inter-observer ICC values of OC4D measurements in neutral, hyperextension, and hyperflexion positions were 0.951, 0.963, and 0.949 ($P < 0.05$), and the intra-observer ICC values were 0.977, 0.982, and 0.971 ($P < 0.05$), respectively. Among the 56 patients underwent surgery, 3 patients underwent revision surgery, and the symptoms of low cranial nerve palsy were significantly relieved after revision. The lower cranial nerve palsy symptoms of the patients were significantly relieved, and there were statistically significant differences in OC4D values before and after revision surgery ($P < 0.05$). The MCRL value decreased from 6.3 ± 2.8 mm preoperatively to 1.8 ± 1.2 mm postoperatively. The neutral OC4D values of 56 patients increased from 48.9 ± 6.0 mm before operation to 53.5 ± 6.6 mm after operation. The occipitocervical longitudinal reduction distance was 4.8 ± 1.2 mm, and the 95% reference value range was 2.4–7.2 mm. JOA score was increased from 11.84 ± 2.70 points before surgery to 14.88 ± 1.74 points after surgery at 12 months follow-up, with statistically significant differences ($P < 0.05$). The average reduction rate of occipitocervical region was 65.8%. The average neurological improvement rate was 70%. The correlation coefficient between longitudinal distraction distance and reduction rate and neurological improvement rate was 0.831 and 0.725 ($P < 0.001$), respectively. **Conclusions:** OC4D measurement is a simple and effective occipitocervical distance measurement method, it can be used to estimate the longitudinal distraction distance in the occipitocervical region of patients, before posterior occipitocervical fusion for BI. It can be used to evaluate the longitudinal distraction of the occipitocervical region, intraoperatively, while ensuring adequate decompression reduction of the occipitocervical area, it can avoid related postoperative complications caused by excessive longitudinal occipitocervical extension.

[Key words] Basilar invagination; Occipitocervical distance; Cervical spine X-ray; Occipitocervical fusion

[Author's address] Department of Orthopedics, Affiliated Hospital of Southwest Medical University, Luzhou, 646000, China

颅底凹陷是一种复杂的枕颈部畸形,其病因大体上分为先天性、发育性和获得性三类,三者可单独或合并出现,前两者常合称为先天发育性颅

底凹陷,由于其与胚胎期发育异常有关,先天发育性颅底凹陷多与其他畸形合并出现。而继发性颅底凹陷源于类风湿关节炎、肿瘤、感染、Paget 病、

成骨不全等导致颅底骨结构破坏、软化的疾病。颅底凹陷症(basilar invagination, BI)是一种由颅底凹陷畸形引起的综合征,本病的病理特点多表现为上颈椎症状,通常是齿状突高位侵犯枕骨大孔,造成脊髓或延髓的直接压迫^[1-5],可伴有不同程度的神经功能障碍^[6,7]。手术减压复位联合枕颈融合(occipitocervical fusion, OCF)是治疗 BI 的主要手术方式^[5-8]。

手术方式主要有前路经口、单纯后路及前后路联合手术,因前路手术及前后路联合手术面临着诸多问题^[6,8,9],近年来,随着内固定技术发展和复位技术进步,许多外科医生尝试使用单纯后路关节松解、钉棒撑开复位固定联合 OCF 手术治疗 BI,取得了良好的临床效果^[10-12]。研究报道,枕颈区良好的纵向复位是颅底凹陷症患者获得满意术后疗效的关键^[5-8],但另有文献^[12]指出枕颈区纵向解剖复位可能导致患者低位颅神经牵拉并导致术后相关并发症。而如何适度地对枕颈区纵向撑开复位少有研究阐述。如果患者枕颈区纵向撑开复位距离过小,则减压不充分,导致手术疗效欠佳;撑开复位距离过大,则可能导致低位颅神经牵拉,严重者需行翻修手术治疗。凭借客观的指标,术者可明确判断患者枕颈区的纵向复位情况,因此,纵向撑开复位评价指标对于指导 OCF 手术中患者枕颈区的纵向撑开复位有着重要的意义。目前常用的评价指标有枕颈斜坡角、延髓脊髓角、齿状突尖端到 McRae 线或 Wackenheim 线的垂直距离、复位率等,但上述评价指标均难以在术中即时测量。近期,本课题组报道了一种测量枕颈距离的新方法,即测量 C4 椎体中心到 McGregor's 线的垂直距离(the occiput-C4 distance, OC4D),该研究证实同一个体 OC4D 值在其颈椎前屈、中立和后伸体位改变中无统计学差异^[13],且该测量方法有骨

性标志物定位清晰、变异较少,不受术中内置物遮挡等诸多优点(图 1)。本研究回顾性分析既往在我院诊断为 BI 患者的临床资料,测量并分析了患者入院时及 OCF 术后的 OC4D 值,探讨 OC4D 测量在经后路枕颈融合手术中评估枕颈区纵向复位程度的可行性和临床意义。

1 资料与方法

1.1 纳入及排除标准

纳入标准:(1)影像学及临床表现符合 BI 诊断;(2)患者临床病例资料及影像学资料完整;(3)手术患者术后随访时间>6 个月且随访影像资料完整。排除标准:(1)既往存在颈椎前路或后路手术史;(2)因各种原因导致 T4 椎体、硬膜后缘、枕骨鳞部等骨性结构在 X 线片上显影不清或有丢失者。

1.2 一般资料

回顾性分析 2014 年 1 月~2019 年 1 月于我院就诊的 82 例 BI 患者的临床资料,56 例行经后路枕颈融合手术治疗(26 例未行手术治疗,原因包括:存在手术禁忌证、合并相关内科疾病影响临床症状的致病因素判断、患者及家属拒绝手术治疗等),其中 3 例患者因 OCF 术后出现发音困难、吞咽困难、咽反射减弱症状而行翻修手术治疗。82 例患者中男性 23 例,女性 59 例,年龄 30~73 岁,平均 50.3±9.6 岁,病程 0.1~30 年,平均 4.3±5.7 年;56 例手术患者中男性 17 例,女性 39 例,年龄 36~70 岁,平均 53.2±7.6 岁,病程 0.5~30 年,平均 4.9±5.3 年。患者均来自中国西南部地区,均为汉族。82 例患者主要症状:67 例头痛和(或)颈痛(67/82, 82%),36 例肢体麻木(36/82, 44%),24 例肢体肌力下降(24/82, 29%),21 例眩晕(21/82, 26%),15 例行走不稳(15/82, 18%)。82 例患者枕

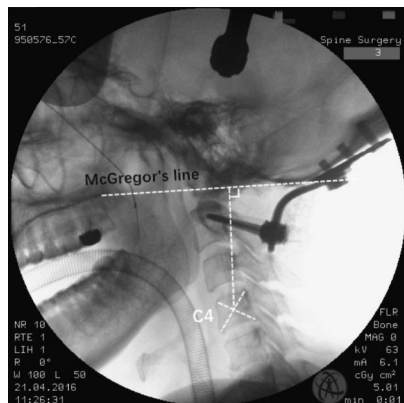


图 1 OC4D 定义为 C4 椎体中心到 McGregor 线的垂直距离(the occiput-C4 distance, OC4D)。图为 1 例颅底凹陷症患者 OCF 术中 C 型臂 X 线机透视平片,可见 OC4D 测量方法在术中 C 型臂 X 线机透视平片上骨性标志物定位清晰、不受术中内置物遮挡

Figure 1 OC4D was defined as the vertical distance from the C4 vertebral center to McGregor's line(occiput-C4 distance, OC4D). The picture showed a BI patient's C-arm fluoroscopy undergoing OCF surgery. It could be seen that OC4D measurement method could locate bone markers clearly on the C-arm fluoroscopy without intraoperative plant occlusion

颈区主要合并畸形:寰枕融合、Klippel-Feil 畸形、脊髓空洞、Chiari 畸形(表 1)。

1.3 手术疗效及并发症情况

56 例患者行枕颈融合手术治疗(表 2),其中 53 例患者术后症状缓解,疗效满意;有 3 例患者术后出现发音困难、吞咽困难、咽反射减弱症状,完善颈椎 MRI 检查示颈脊髓减压充分、无咽后血肿形成,颈椎 CT 检查示 3 例患者齿状突尖端均位于 Chamberlain 线以下,电子鼻咽喉镜检查提示 3 例患者声带不同程度麻痹。分析认为患者术后发音困难、吞咽困难、咽反射减弱症状是因术中

对枕颈区过度纵向撑开所致。行翻修手术减少枕颈区纵向撑开复位距离后,患者症状明显缓解。

1.4 数据测量和收集

测量患者入院时标准站立侧位中立位、动力位颈椎平片 C4 椎体中心到 McGregor 线的最短距离值(即 OC4D 值),56 例手术患者 OCF 术后及 3 例行翻修手术患者翻修术后住院期间复查的标准侧位中立颈椎平片 OC4D 值;在 56 例手术患者入院和 OCF 术后(3 例翻修手术患者翻修术后)复查的颈椎 CT 检查中分别测量齿状突尖到 McRae 线的垂直距离(McRL 值)(图 2)。2 名脊柱外科医生单独进行 2 次测量,最终结果取其均值。采用数

表 1 82 例颅底凹陷症患者主要合并畸形及例数、比例

合并畸形 Complicating malformations	例数 Number of cases	比例% Proportion
寰椎融合 Atlantooccipital fusion	36	43.9
Chiari 畸形 Chiari malformation	19	23.2
Klippel-Feil 畸形 Klippel-Feil malformation	17	20.7
脊髓空洞 Syringomyelia	9	11.0

Table 1 82 patients with BI complicating malformations, number of cases and proportion

表 2 56 例枕颈融合手术患者枕颈融合范围

Table 2 Occipitocervical fusion range in 56 patients underwent OCF

枕颈融合范围 Occipitocervical fusion range	例数 Number of cases	比例% Proportion
枕骨-C2 Occipital-C2 fusion	31	55
枕骨-C3 Occipital-C3 fusion	19	34
枕骨-C4 Occipital-C4 fusion	6	11

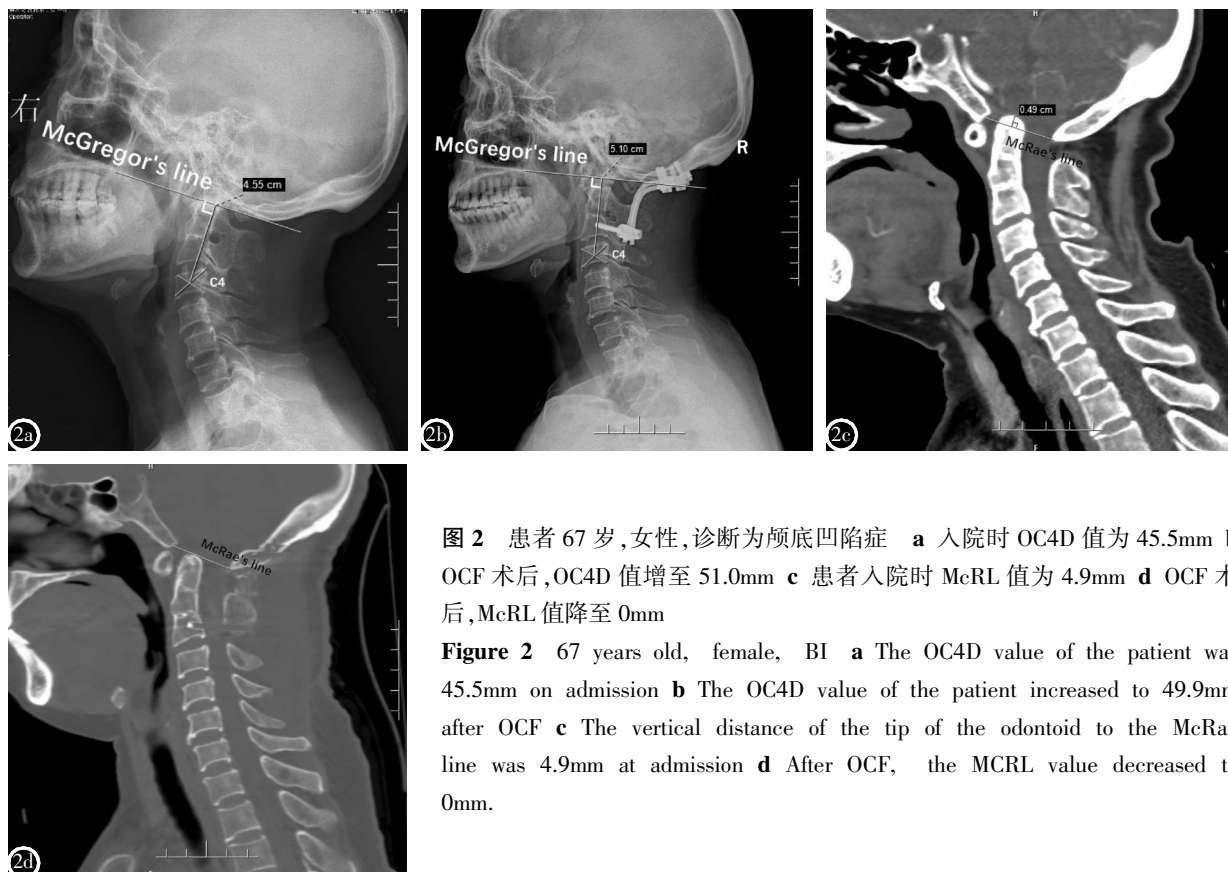


图 2 患者 67 岁,女性,诊断为颅底凹陷症 a 入院时 OC4D 值为 45.5mm b OCF 术后,OC4D 值增至 51.0mm c 患者入院时 McRL 值为 4.9mm d OCF 术后,McRL 值降至 0mm

Figure 2 67 years old, female, BI a The OC4D value of the patient was 45.5mm on admission b The OC4D value of the patient increased to 49.9mm after OCF c The vertical distance of the tip of the odontoid to the McRae line was 4.9mm at admission d After OCF, the MCRL value decreased to 0mm.

字摄影设备获取患者中立位、动力位颈椎侧位片。取自然站立位,患者身体直立,双眼平视正前方;取站立颈椎动力位,患者身体直立,颈椎屈曲或后仰至最大幅度;通过计算机影像储存系统(Net APP PACS)自带的测量工具测量相关参数。计算 53 例 OCF 术后症状改善患者和 3 例 OCF 术后翻修患者枕颈区的纵向复位距离(患者术后 OC4D 值-患者术前 OC4D 值, $d\text{-OC4D}$), 计算手术患者枕颈区的复位率: 复位率=(术前 McRL-术后 McRL)/(术前 McRL-正常距离) $\times 100\%$ 。

记录所有手术患者术前及术后 12 个月复查时日本骨科协会评分(17 分法)值,并计算手术患者术后神经功能改善率: 神经功能改善率=(术后评分-术前评分)/(17 分-术前评分) $\times 100\%$

神经功能改善率评价标准: 优, 改善率 $>75\%$; 良, $50\%\sim 75\%$; 中, $25\%\sim 49\%$; 差, 改善率 $<25\%$ 。

1.5 统计学分析

采用 SPSS 22.0(SPSS Inc. Chicago, IL)软件进行统计学分析。所有患者中立位、动力位颈椎侧位片测得 OC4D 值比较采用单因素方差分析;手术患者术前及术后的 OC4D 值、术前及术后 12 个月 JOA 评分比较采用配对 t 检验; $P<0.05$ 为差异有统计学意义。采用 Pearson 相关系数分析手术患者 $d\text{-OC4D}$ 与枕颈区纵向复位率、神经功能改善率之间的相关性。应用组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)评价观察者间和观察者内数据测量值的一致性。

2 结果

82 例颅底凹陷症患者入院时中立位 OC4D 值为 $49.1\pm 7.6\text{mm}$ 、过屈位为 $49.0\pm 7.5\text{mm}$ 、过伸位为 $49.0\pm 7.7\text{mm}$, 三者间差异无统计学意义 ($P>0.05$)。ICC 分析结果显示颈椎中立位、过伸位及

过屈位 OC4D 测量值在观察者间的一致性系数分别为 0.951、0.963 和 0.949 ($P<0.05$), 观察者内的一致性系数分别为 0.977、0.982 和 0.971 ($P<0.05$, 表 3)。

56 例手术患者术前中立位 OC4D 值为 $48.9\pm 6.0\text{mm}$, 与术后(包括 3 例患者翻修手术后)中立位 OC4D 值($53.5\pm 6.6\text{mm}$)比较差异有统计学意义 ($P<0.05$)。3 例 OCF 术后翻修患者翻修术后中立位 OC4D 值与翻修术前 OC4D 值比较差异有统计学意义 ($P<0.05$, 表 4、图 3)。56 例手术患者 McRL 值由术前 $6.3\pm 2.8\text{mm}$ 降至术后 $1.8\pm 1.2\text{mm}$, 手术患者枕颈区平均纵向复位率为 65.8%。手术患者术前 JOA 评分 11.84 ± 2.70 分, 与术后 12 个月随

表 3 观察者间和观察者内 82 例患者 OC4D 测量的一致性评价结果

Table 3 The consistency evaluation results of inter-observer and intra-observer OC4D measurements in 82 patients

	相关系数 ICC			P值 P value
	中立位 neutral	过伸位 hyperex- tension	过屈位 flexion	
观察者间 Inter-observer				
第一次测量 First measurement	0.949	0.965	0.951	<0.05
第二次测量 Second measurement	0.953	0.961	0.948	<0.05
总计 Overall	0.951	0.963	0.949	<0.05
观察者内 Intra-observer				
第一次测量 First measurement	0.978	0.984	0.973	<0.05
第二次测量 Second measurement	0.976	0.981	0.970	<0.05
总计 Overall	0.977	0.982	0.971	<0.05

表 4 3 例枕颈融合术后出现低位颅神经麻痹相关症状患者的一般资料

Table 4 General information of 3 patients complicating postoperative low cranial nerve palsy after OCF

	年龄/性别 Age/Gender	诊断 Diagnosis	手术方式 surgical options	OC4D 值(mm) OC4D value	JOA 评分 JOA score
患者 1 Case1	47/女 47/female	颅底凹陷症 Basilar Invagination	枕骨-C2 融合 Occipital-C2 fusion	48.9/64.7/56.7	11/13/15
患者 2 Case1	58/男 58/male	颅底凹陷症 Basilar Invagination	枕骨-C2 融合 Occipital-C2 fusion	50.4/61.7/57.9	11/13/16
患者 3 Case1	62/男 62/male	颅底凹陷症 Basilar Invagination	枕骨-C3 融合 Occipital-C3 fusion	41.8/53.3/48.8	9/12/14

注:表中 OC4D 值及 JOA 评分从左往右依次为患者术前、第一次手术后、翻修术后 OC4D 值及 JOA 评分

Note: OC4D value and JOA score in the table are the patients' OC4D value and JOA score before, after the first operation and after revision surgery in order from left to right

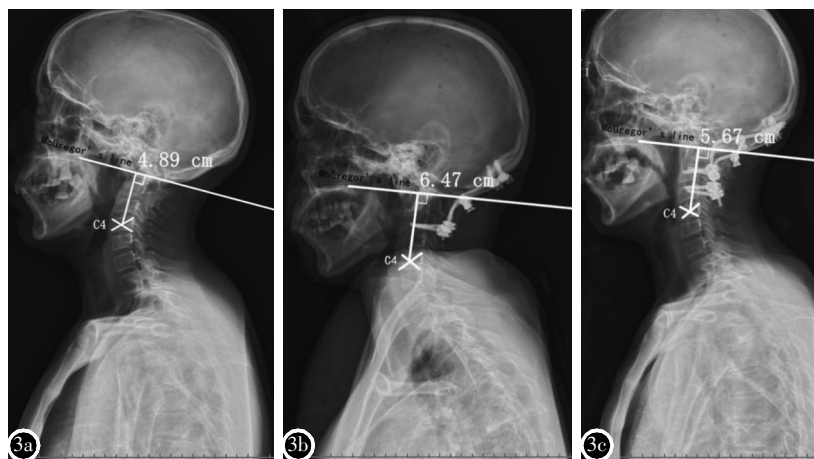


图 3 a 46 岁,女,枕颈部疼痛 3 年加重伴四肢麻木 2 个月,颅底凹陷畸形,术前 JOA 评分 11 分,术前患者 OC4D 值为 48.9mm b 后路枕骨大孔开打减压+枕颈撑开复位融合内固定术后,患者症状缓解,术后患者 OC4D 值增至 64.7mm; 但患者术后出现发音困难、呛咳等低位颅神经麻痹 (LCNP) 症状 c 行翻修手术以实现释放一定的枕颈区纵向撑开距离后,患者 LCNP 症状明显缓解,翻修术后患者 OC4D 值为 56.7mm, 术后 6 个月随访 JOA 评分 15 分

Figure 3 a 46 years old, female, occipital and neck pain for 3 years with numbness of limbs for 2 months, Basilar basilar, preoperative JOA score of 11 points, the preoperative OC4D value was 48.9mm b OCF surgery was performed, and postoperative symptoms were relieved. The postoperative OC4D value increased to 64.7mm, but patient complicating postoperative low cranial nerve palsy (LCNP) symptoms, such as dysphonia and cough c Patient's LCNP symptoms significantly relieved after revision surgery to release a certain longitudinal extension distance in the occipitocervical region. OC4D value of the patients after revision was 56.7mm. The JOA score of 15 points was followed up 6 months after the operation

访时 JOA 评分 14.88 ± 1.74 分比较存在统计学差异 ($P < 0.05$, 表 5)。术后 12 个月随访时患者神经功能平均较术前明显改善, 神经功能平均改善率为 70%, 优 30 例 (30/56, 54%), 良 19 例 (19/56, 34%), 可 7 例 (7/56, 12%), 优良率 88%。d-OC4D 与复位率、神经功能改善率之间相关系数 r 分别为 0.831、0.725 ($P < 0.001$)。对手术患者术后 (包括 3 例翻修患者翻修术后) 与患者术前 OC4D 值的差值, 即患者枕颈区的纵向撑开复位距离进行正态性检验, 结果提示其基本符合正态分布 ($P > 0.05$), 手术患者枕颈区纵向撑开复位的距离为 4.8 ± 1.2 mm, 95% 参考值范围为 2.4~7.2 mm。

表 5 手术患者术前、术后 JOA 评分及 OC4D 值

Table 5 Preoperative and postoperative JOA scores and OC4D values of surgical patients

	JOA 评分 JOA score	OC4D 值 (mm) OC4D value
术前 Preoperative	11.84 ± 2.70	48.9 ± 6.0
术后 Postoperative	14.88 ± 1.74	53.5 ± 6.6
t 值 t value	-11.361	-9.264
P 值 P value	<0.01	<0.01

3 讨论

颅底凹陷症是一种由复杂的枕颈部畸形引起的综合征, 本病病理特点多表现为齿突向上侵犯

枕骨大孔, 直接压迫延髓或脊髓, 引起颈部疼痛, 四肢乏力、麻木等神经症状^[1-4], 手术减压复位联合枕颈固定融合是治疗颅底凹陷症的主要手术方式^[5-8]。

研究报道, 枕颈区良好的复位是颅底凹陷症患者获得满意术后疗效的关键^[5-8]。在患者后路枕颈融合术中, 术者对枕颈区进行纵向撑开复位的主要目的是消除向后、向上脱位的齿状突对脊髓和延髓造成的压迫, 以期获得足够的减压及良好的复位^[14,15]。尽管颅底凹陷症的手术治疗被大量报道, 但在术中如何适度地对枕颈区进行纵向撑开复位却少有相关研究阐述。Wang 等^[12]报道了一种后路枕颈融合术后罕见的并发症——低位颅神经麻痹 (LCNP), 包括发音困难、吞咽困难、呛咳、咽反射减弱等症状, 认为出现此并发症的主要原因是术中对枕颈区的过度纵向撑开复位。由于枕颈区复杂的病变结构及乳突和乳突气室的遮挡, 患者的齿突尖及枕骨大孔等枕颈交界区相关的骨性结构无法在术中 C 型臂 X 线机透视影像上清晰显现^[16-18], 因此在颅底凹陷症患者手术过程中, 术者对患者枕颈区进行纵向撑开复位时, 无法使用 Chamberlain 线、McGregor 线与齿状突尖距离等现有描述颅底凹陷畸形的常用指标来判断患者枕颈区纵向撑开复位程度。1999 年, Phillip 等^[19]首

次报道了通过 C2 棘突最上端到枕突的最短距离来测量枕颈距离 (the occiput-cervical distance, OCD),然而在他们的研究中,测得 30 例无症状受试者颈椎中立位的 OCD 值 $21.5 \pm 1.22 \text{ mm}$,与屈曲位测得 OCD 值 ($28.0 \pm 1.32 \text{ mm}$) 和后伸位测得 OCD 值 ($14.8 \pm 1.48 \text{ mm}$) 有显著性差异。Seong 等^[20]对 200 例无枕颈区异常患者 (男 100 例,女 100 例) 进行了 OCD 测量,颈椎中立位 OCD 值为 $22.98 \pm 5.10 \text{ mm}$ ($9.88 \sim 38.64 \text{ mm}$),与屈、伸位相比较,结果也证明三者间具有显著性差异。同时,在枕颈融合术中,钉棒内固定植入物会阻挡 C2 棘突和枕突在 C 型臂透视影像上的显影,使得 OCD 测量变得困难。

近期,本课题组报道了一种测量枕颈距离的新方法——OC4D^[13],即测量 C4 椎体中心到 McGregor 线的垂直距离。本组中,82 例颅底凹陷症患者入院时 OC4D 值 ($49.0 \pm 7.6 \text{ mm}$) 与我们前期报告中的 150 例无枕颈区异常 (无骨折或脱位,无畸形,无严重骨赘形成,无椎体破坏,无颈椎病) 者 OC4D 值 ($69.0 \pm 6.9 \text{ mm}$) 存在显著的差异,且颅底凹陷症患者 OC4D 值明显小于无枕颈区异常者,说明颅底凹陷症患者枕颈距离较正常人减少,其中主要原因是患者枕颈结构存在畸形,从而发生了枕颈区的纵向脱位。56 例手术患者术后 OC4D 值 ($53.5 \pm 6.6 \text{ mm}$) 与无枕颈区异常者存在显著差异,且前者明显小于后者。为什么颅底凹陷症患者手术枕颈区纵向复位后,其 OC4D 值仍然显著小于无枕颈区异常者?我们认为,这是由于颅底凹陷畸形常与其他枕颈区畸形,如寰枕融合、寰椎发育不全、寰椎分节障碍等合并出现,而术中对枕颈区的纵向撑开复位主要涉及枕颈结构 (寰枕关节或寰枢关节),即将枢椎与枕骨间撑开,以缓解齿状突对脊髓及延髓造成的压迫^[1-4,14,15],但如寰枕融合等枕颈区畸形导致的枕颈距离减少并未得到补偿,从而造成手术患者术后 OC4D 值仍显著小于正常人。因此,使用我们前期报告的无枕颈区异常者 OC4D 值作为复位目标参考值是不合理的,因为这很可能造成患者枕颈区过度的纵向撑开复位,进而导致低位颅神经发生牵张性损伤,使患者术后产生低位颅神经麻痹症状,颅底凹陷症患者 OCF 术中枕颈区纵向撑开复位后其 OC4D 值应小于无枕颈区异常者 OC4D 值。

本研究中 56 例手术患者术前 OC4D 值为

($48.9 \pm 6.0 \text{ mm}$),术后 (3 例患者翻修手术后) OC4D 值为 ($53.5 \pm 6.6 \text{ mm}$),术中枕颈区平均纵向撑开复位距离 4.8 mm ,95% 参考范围 $2.4 \sim 7.2 \text{ mm}$ 。而 3 例术后出现了发音困难、吞咽困难、咽反射减弱等低位颅神经麻痹症状患者,OCF 术中枕颈区平均纵向撑开复位距离为 12.9 mm ;行翻修手术以减少患者枕颈区纵向撑开复位距离后,3 例患者枕颈区平均纵向撑开复位距离为 7.4 mm ,患者下颅神经麻痹症状明显改善。同时,本研究中 56 例手术患者 JOA 评分由术前 11.84 ± 2.70 分增至术后 12 个月随访时的 14.88 ± 1.74 分,神经功能平均改善率为 70%,优良率为 88%。结合本组手术患者临床资料可知,OC4D 测量方法在防止颅底凹陷症患者 OCF 术中枕颈区过度撑开及相关术后并发症方面有重要的临床意义。

Seong 等^[20]提出 C4 椎体后缘可看作颈椎前凸顶点的标志,其空间位置受到颈部屈伸运动的影响最小。基于此,Tang 等^[13]假设 C4 椎体作为颈椎序列的中心,在每个颈椎体位上从 C4 椎体中心到 McGregor 线最短距离,即 OC4D,可以认为是 C4 椎体中心与 McGregor 线相切的一个圆的半径,因此,同一个体 OC4D 值在不同颈椎体位中基本一致。同时,Tang 等^[13]测量 150 例无枕颈区异常患者颈椎中立位、过屈位、过伸位 OC4D 值,发现三者间差异无统计学意义。本研究中,82 例颅底凹陷症患者入院颈椎中立位 OC4D 值与过屈位、过伸位 OC4D 值比较,三者间差异无统计学意义 ($P > 0.05$),提示同一患者 OC4D 值不会随着其头颈部体位变动而出现差异。且手术患者 d-OC4D 与复位率、神经功能改善率之间存在强正相关。提示本研究提出的枕颈距离测量方法在术中也可较好的反应枕颈区的复位率。同时,在一定纵向撑开范围,患者枕颈区纵向撑开距离越大,其枕颈区复位程度越高,术后神经功能改善率越好。此外,OC4D 测量方法有骨性标志物定位清晰、变异较少,不受术中内置物遮挡,术中可行摄片评估等诸多优点。因此,在颅底凹陷症 OCF 术中,术者可以简便、快速地测得患者术中即时的 OC4D 值,无需担心术中患者枕颈部体位变动造成的影响。结合本次研究得到的初步的枕颈区纵向复位参考范围,术者将患者术中 OC4D 值与术前 OC4D 值比较,可实时评估患者枕颈区的纵向撑开复位情况,避免超过预设范围的同时提高患者枕颈区的复位

程度,进而提高手术疗效。

综上,OC4D 测量是一种简单有效的枕颈距离测量方法,在颅底凹陷症经后路枕颈融合术前可用于预估患者枕颈区纵向撑开复位的距离,术中可行 C 型臂 X 线机检查监测和评估枕颈区纵向撑开复位的程度,保证患者枕颈区获得充分减压复位的同时,可以避免枕颈区过度纵向撑开复位而导致低位颅神经发生牵张性损伤,使患者术后并发低位颅神经麻痹症状。且颅底凹陷畸形常合并如寰枕融合等其他枕颈区畸形导致枕颈距离减少,因此,颅底凹陷症患者枕颈区纵向复位后 OC4D 值应小于无枕颈区异常者。

本研究存在的不足:(1) 本研究为回顾性分析,文中结果及结论均来源于我院既往颅底凹陷症患者的临床资料,有待进一步前瞻性病例对照研究充分论证。(2) 纳入研究患者均来自中国西南地区,因此本次研究得出的患者枕颈区纵向撑开复位距离及 95% 参考范围是否适用于不同地区、不同人种的人群有待进一步多中心的研究。

4 参考文献

- Klimo PJ, Rao G, Brockmeyer D, et al. Congenital anomalies of the cervical spine[J]. Neurosurg Clin N Am, 2007, 18(3): 463-478.
- Menezes AH. Craniocervical developmental anatomy and its implications[J]. Childs Nerv Syst, 2008, 24(10): 1109-1122.
- Smith JS, Shaffrey CI, Abel MF, et al. Basilar invagination[J]. Neurosurgery, 2010, 66(3 Suppl): 39-47.
- 中华医学会神经外科学分会, 中国医师协会神经外科医师分会. 中国颅颈交界区畸形诊疗专家共识[J]. 中华神经外科杂志, 2016, 32(7): 659-665.
- Klekamp J. Treatment of basilar invagination[J]. Eur Spine J, 2014, 23(8): 1656-1665.
- Goel A, Bhatjiwale M, Desai K, et al. Basilar invagination: a study based on 190 surgically treated patients [J]. Neurosurg, 1998, 88(6): 962-968.
- Goel A. Treatment of basilar invagination by atlantoaxial joint distraction and direct lateral mass fixation [J]. J Neurosurg Spine, 2004, 1(3): 281-286.
- Goel A, Shah A. Atlantoaxial joint distraction as a treatment for basilar invagination: a report of an experience with 11 cases[J]. Neurol India, 2008, 56(2): 144-150.
- Naderi S, Pamir MN. Further cranial settling of the upper cervical spine following odontoidectomy: report of two cases[J]. J Neurosurg, 2001, 95(2 Suppl): 246-249.
- 刘浩, 孟阳, 戎鑫, 等. 后路切开复位枕颈融合术治疗颅底凹陷症合并寰枢椎脱位 [J]. 中华骨科杂志, 2016, 36 (10): 593-597.
- Nishikawa M, Ohata K, Baba M, et al. Chiari I malformation associated with ventral compression and instability: one-stage posterior decompression and fusion with a new instrumentation technique[J]. Neurosurgery, 2004, 54(6): 1430-1435.
- Wang Q, Wu X, Tan M, et al. Is anatomical reduction better than partial reduction in patients with vertical atlantoaxial dislocation [J]. World Neurosurgery, 2018, 114: 301-305.
- Tang C, Yang S, Liao YH, et al. A novel method for measurement of the occipital-cervical distance via the occiput-C4 distance[J]. BMC Musculoskeletal Disorders, 2020, 21(1): 385.
- Peng X, Chen L, Wan Y, et al. Treatment of primary basilar invagination by cervical traction and posterior instrumented reduction together with occipitocervical fusion [J]. Spine, 2011, 36(19): 1528-1531.
- Jian FZ, Chen Z, Wrede KH, et al. Direct posterior reduction and fixation for the treatment of basilar invagination with atlantoaxial dislocation[J]. Neurosurgery, 2010, 66(4): 678.
- Harris JH Jr, Carson GC, Wagner LK, et al. Radiologic diagnosis of traumatic occipitovertebral dissociation: 2. Comparison of three methods of detecting occipitovertebral relationships on lateral radiographs of supine subjects [J]. AJR Am J Roentgenol, 1994, 162(4): 887-892.
- Ma F, Kang M, Liao YH, et al. The use of intraoperative traction for achieving reduction of irreducible atlantoaxial dislocation caused by different craniovertebral junction pathologies[J]. Clin Neurol Neurosurg, 2018, 175: 98-105.
- Wang Q, Mao K, Wang C, et al. Transoral atlantoaxial release and posterior reduction by occipitocervical plate fixation for the treatment of basilar invagination with irreducible atlantoaxial dislocation[J]. J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg, 2016, 78(4): 313-320.
- Phillips FM, Phillips CS, Wetzel FT, et al. Occipitocervical neutral position: possible surgical implications[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1999, 24(8): 775-778.
- Yoon SD, Lee CH, Lee J, et al. Occipitocervical inclination: new radiographic parameter of neutral occipitocervical position[J]. Eur Spine J, 2017, 26(9): 2297-2302.

(收稿日期:2020-11-26 修回日期:2021-03-16)

(英文编审 谭 啸)

(本文编辑 彭向峰)