论著

DOI:10.16016/j.1000-5404.201410028

经乙状窦前入路的脑干腹侧区微创手术的虚拟解剖学研究

汤 可,周敬安,赵亚群,周 青,刘 策 (100091 北京,解放军第309医院神经外科)

[摘要] **目的** 在虚拟现实系统中探讨乙状窦前入路显露脑干腹侧的微创手术路径解剖特征。**方法** 对15例尸体头颅行头颅CT和MRI扫描,影像数据输入虚拟现实系统构建颈静脉孔区三维解剖模型,选择骨性结构和颅神经出脑干处的标志点绘制圆柱模拟经岩骨乙状窦前入路显露脑干腹侧的手术路径,观察测量和比较显露脑干腹侧不同部位的路径中解剖结构空间构筑情况。**结果** 模拟经岩骨乙状窦前入路显露脑干腹侧的路径中清晰显示所包含的神经、血管等解剖结构的空间层叠顺序,三维影像模型中所测路径中岩骨骨性结构体积:路径b>路径c>路径a,后组颅神经体积:路径c>路径b>路径a,路径a中包含静脉和小脑前下动脉体积最大,面听神经复合体体积:路径b>路径a,面神经垂直段体积:路径c>路径a,差异均有统计学意义($P<0.05$)。路径中迷路体积路径b和路径c比较差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 虚拟现实系统有助于理解乙状窦前入路显露脑干腹侧不同靶点时途径骨性结构、神经、血管等的空间构筑关系。

[关键词] 颈静脉孔;脑干;虚拟现实;乙状窦前入路;微创

[中图法分类号] R319; R323.1; R651.1 [文献标志码] A

Virtual reality anatomy of minimally invasive surgery for ventral brian stem through presigmoidal approach

Tang Ke, Zhou Jing'an, Zhao Yaqun, Zhou Qing, Liu Ce (Department of Neurosurgery, No. 309 Hospital of PLA, Beijing, 100091, China)

[**Abstract**] **Objective** To investigate the anatomy features of minimally invasive surgical trajectory to expose ventral brain stem in transpetrosal-presigmoidal approach based on virtual reality image model. **Methods** CT and MRI scanning was performed to 15 adult cadaver heads, and then the obtained image data were inputted into Vitrea virtual reality system to establish 3-D anatomy model of jugular foramen region. Transpetrosal-presigmoidal approach exposing ventral brain stem was simulated by selecting osseous and root entry zoon of cranial nerve as landmark points to draw a cylinder. Anatomic exposures in surgical trajectory following alternation of different minimally invasive approaches were observed, measured and compared. **Results** Spatial sequence of nerves and vessels in the route simulating transpetrosal-presigmoidal approach to expose ventral brain stem was displayed clearly. The volume measuring for petrous bone in 3-D image model showed: route b > route c > route a, and that for lower cranial nerves showed: route c > route b > route a. The volumes of veins and anterior inferior cerebellar artery were largest in the route a, that of facial-acoustic nerve complex in the route b was larger than that in route a, and that of vertical segment of facial nerve in the route c was larger than that in route a (all $P<0.05$). No significant difference was seen in the volume of

[基金项目] 首都卫生发展科研专项基金(首发2014-4-5073)

[通信作者] 周敬安,E-mail:Slashchow@gmail.com

[优先出版] http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20141205.1531.091.html(2014-12-02)

labyrinth between the route b and c ($P > 0.05$). **Conclusion** Virtual reality system is of great help to understand the spatial architecture relationship among osseous structures, nerves and vessels involved in presigmoidal approach to expose different targets of ventral brainstem.

[**Key words**] jugular foramen; brain stem; virtual reality; presigmoidal approach; minimal invasion

Supported by the Special Funds of Capital Health Industrial Development (2014-4-5073). Corresponding author: Zhou Jing'an, E-mail: Slashchow@gmail.com

经岩骨乙状窦前入路从乳突开始磨除岩骨骨质,能够由前外向后内方向显露和处理脑干腹侧病变,由于岩骨内包含解剖结构毗邻关系复杂,同时脑干腹侧存在颅神经和椎基底动脉及其分支等重要结构,因此手术风险巨大[1]。虚拟现实技术是综合计算机图形学、人工智能、传感和人机结合的多学科集成技术[2]。该技术用于解剖可视化能够克服二维平面解剖仅能表现某一角度观察结果的局限,并且避免仅靠空间想象导致解剖关系理解的偏差[3]。在手术解剖方面用途主要体现在通过多层次,多角度的观察[4]。我们在以往研究中利用虚拟现实系统设计了颅底手术的微创路径[5]。在此基础上,本研究通过乙状窦前入路磨除岩骨形成窗口,设计经过窗口的手术路径,对脑干腹侧不同靶点进行显露,观察和测量手术路径中包含解剖结构的情况。

1 材料与方法

1.1 材料

15例成人尸体头颅采用福尔马林固定(共30侧),之后进行CT,MRI扫描获得DICOM格式影像数据,尸体头颅灌注方法、影像数据采集方式和参数见文献[6]报道。虚拟现实操作采用Vitrea虚拟现实系统(日本,东芝公司,软件:Vitrea fx 3.0)。

1.2 方法

①DICOM格式影像数据输入Vitrea虚拟现实图像处理工作站,构建颅底三维解剖影像模型,方法详见文献[7]报道。②在模型中的骨性结构上分别选取标志点如下:内听道入口上缘,定于面神经进入内听道处上方;颈静脉孔前缘,定于舌咽神经进入颈静脉孔处上方;颈静脉孔后缘,定于乙状窦与颈静脉球交汇处截面中心;上述三点连线形成三角,计算三角中心。③在脑干表面分别选取标志点如下:点a定于三叉神经入脑干处下缘;点b定于面听神经复合体入脑干处和舌咽神经入脑干处连线中点;点c定于外展神经入脑干处和舌下神经入脑干处连线中点。④将三角中心分别和a、b、c三点进行连线形成轴线,经过上述轴线做出直径1 cm的圆柱,模拟乙状窦前入路显露脑干腹侧的微创手术路径。⑤在虚拟现实系统中,观察上述a、b、c三个手术路径中显露岩骨和脑干腹侧脑池的解剖结构情况,利用软件中切割工具切取路径内所包含的解剖结构,利用软件中体积测量工具测量体积。

1.3 统计学处理

测量数据用$\bar{x} \pm s$表示,利用SPSS 16.0统计软件,3组数据之间进行单因素方差分析,两两比较采用LSD-t检验;两组数据之间比较采用配对t检验。

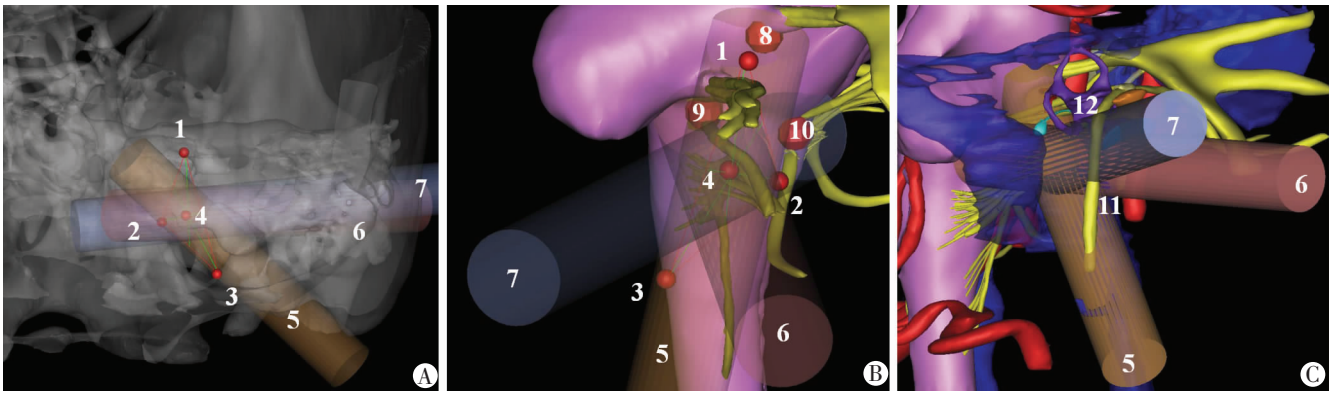
2 结果

2.1 手术路径微创化前后包含解剖结构情况

在15例(30侧)尸体头颅的虚拟现实影像模型中,经岩骨乙状窦前入路显露脑干腹侧手术路径内清晰显示岩骨内外神经、血管等解剖结构。路径a由外下前向内上后方向到达三叉神经入脑干处,途经茎突和茎乳孔,岩骨内经过面神经垂直段下方,脑池内经过部分后组颅神经和面听神经复合体;路径b由前外侧近水平向后内侧方向达到面听神经复合体和舌咽神经脑干处连线中点,途经颞下颌关节、外耳道,岩骨内经过部分耳蜗底部,脑池内经过部分后组颅神经和面听神经复合体;路径c由后外侧向前内侧方向到达外展神经和舌下神经入脑干处连线中点部分,岩骨内经过面神经垂直段上方和部分后半规管,脑池内经过后组颅神经(图1)。

2.2 解剖数据测量和比较

3组数据之间比较(表1),三维影像模型中所测路径中岩骨骨性结构体积:路径b > 路径c > 路径a,差异均有统计学意义($P < 0.01$);路径中包含静脉和小脑前下动脉体积:路径a中最大,差异有统计学意义($P < 0.01$),路径b和路径c比较差异无统计学意义($P > 0.05$);路径中后组颅神经体积:路径c > 路径b > 路径a,差异均有统计学意义($P < 0.01$)。两组数据之间比较,路径中面听神经复合体体积:路径b(66.08 ±



1:内听道入口上缘;2:颈静脉孔前缘;3:颈静脉孔后缘;4:三角中心;5:路径 a;6:路径 b;7:路径 c;8:a 点;9:b 点;10:c 点;11:面神经垂直段;12:迷路

A:手术路径与骨性标志的关系;B:手术路径与脑干和颅神经的关系;C:手术路径与岩骨内结构和血管的关系

图 1 手术路径与周围解剖结构的关系

2.62) mm^3 > 路径 a(55.59 ± 2.84) mm^3,经配对 t 检验比较,差异有统计学意义(P = 0.000);路径面神经垂直段体积:路径 c(25.28 ± 2.53) mm^3 > 路径 a(8.79 ± 1.31) mm^3,差异有统计学意义(P = 0.000);路径中迷路体积路径 b(12.19 ± 1.75) mm^3 和路径 c(12.20 ± 1.98) mm^3 比较差异无统计学意义(P = 0.979)。

表 1 虚拟现实系统中不同微创手术路径中包含解剖结构体积测量及比较(n = 30, mm^3, $\bar{x} \pm s$)

组别	骨性结构	乙状窦	后组颅神经	小脑前下动脉
路径 a	1 180.4 ± 127.9	1 183.2 ± 128.7	65.7 ± 2.6	14.3 ± 2.9
路径 b	3 235.8 ± 115.5[a]	502.8 ± 70.5[a]	75.3 ± 2.8[a]	6.7 ± 1.4[a]
路径 c	2 206.1 ± 855.0[ab]	498.3 ± 70.1[a]	91.0 ± 4.0[ab]	6.7 ± 1.4[a]
F 值	163.011	528.923	483.717	134.989
P 值	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

a:P < 0.01,与路径 a 比较;b:P < 0.01,与路径 b 比较

3 讨论

经乙状窦前入路处理颅后窝中累及颈静脉孔区和脑干腹侧的病变目前仍然具有高风险和挑战性[8]。该入路既要做到充分暴露手术视野,又要尽量避免损伤岩骨内部及毗邻的重要结构[9],因此相关手术路径中的应用解剖信息亟待丰富。我们以往研究利用影像数据在 Vitrea 虚拟现实系统中成功构建颅底三维解剖模型并且模拟手术入路,能够非侵袭,多角度,多层次地进行观察和测量,发挥高效、准确、节约时间和标本等优点[10]。本研究在此基础上探讨经乙状窦前显露脑干不同靶点时手术路径的三维解剖特征。

路径设计方面,乙状窦前入路是通过颅底侧面切除部分岩骨进入颅腔[11],在岩骨背面选择的内听道入口上缘、颈静脉孔前缘和颈静脉孔后缘在内听道和颈静脉孔之间形成一个三角,成为经乙状窦前入路到达脑干腹侧的一个窗口,窗口涵盖面听神经复合体和后组颅神经进入骨性结构的部分,同时也在一定程度上模拟出病变从岩骨背面这个三角区域开始向脑干腹侧的延伸范围,手术路径如何有效显露这些范围具有临床指导意义。手术路径以三角中心和脑干腹侧显露靶点连线为轴线做出圆柱,确定了路径方向。在路径中能够直观显示操作空间内的解剖结构空间轮廓、局部毗邻关系、显微解剖、内部结构移行等复杂构筑关系[12]。

本研究中经岩骨到达脑干腹侧三个手术靶点的路径均未对小脑半球产生牵拉。路径 b 涉及在耳前进行操作,需要将下颌骨髁状突移位,成为颞下窝入路的一部分,路径 a 和 c 涉及在耳后进行操作,路径 c 需要切除外耳道后向深部操作。三个路径在岩骨内的操作涉及面神经和迷路的保护。本研究中到达三叉神经入脑干处下缘的路径 a 需经过的面神经垂直段体积为(8.79 ± 1.31) mm^3;到达外展神经和舌下神经入脑干处连线中点的路径 c 需经过的面神经垂直段体积为(25.28 ± 2.53) mm^3;这部分神经在实际手术中需要磨开岩骨面神经管进行游离并保护,牵拉位置路径 a 较低,牵拉范围路径 c 多于路径 a。为避免迷路损伤造成耳聋和行走不稳,进入岩骨后路径 b 需要绕开部分耳蜗底部形成的遮挡进行深部操作,路径 c 需要绕开部分后半规管形成的遮挡进行深部操作,两个路径所遇遮挡差异无统计学意义。

本研究3个路径均经过颈静脉球,路径a中经过颈内静脉,因此包含静脉体积最多,路径b和c经过颈静脉球的体积差异无统计学意义。在实际操作中,3种手术路径均需要结扎切断颈静脉球部而进入脑干腹侧脑池。路径a需要牵开部分颈内静脉,进入脑干腹侧脑池后,路径a中视角方向由外下向内上方,受到后组颅神经的遮挡最少,包含小脑前下动脉体积最多,到达三叉神经入脑干处下缘之前主要被面听神经复合体遮挡,可以用于探查桥小脑角区由面听神经复合体向三叉神经根部侵犯的病变。路径b的操作靶点位于面听神经复合体和舌咽神经脑干处连线中点,其中包含面听神经复合体的体积多于路径a,但在显露面听神经复合体之前受到后组颅神经的遮挡也多于路径a,因此该路径的颅内部分适合用于处理由岩骨背面向面听神经复合体和后组颅神经侵犯的病变。路径c的颅内部分由后外侧向前内侧到达外展神经和舌下神经入脑干处,主要受到后组颅神经的遮挡,路径中不包含面听神经复合体,能够显露部分位于面听神经复合体外下方的小脑前下动脉。该路径在通过牵拉和切除丧失功能的后组颅神经去除遮挡后适合显露位于中下斜坡和延髓腹侧之间的病变。

本研究样本量有限,未能体现神经血管解剖关系变异对测量数据的影响。模拟路径为圆柱体,开颅骨窗和靶区术野均被限定,与真实手术操作路径相比较为机械。同时该技术尚不能做到体会组织牵拉和切割的仿生学模拟[13],上述局限应当通过继续扩充样本量并且结合尸体实际解剖研究进行补充。

参考文献:

[1] 陈贵杰, 钟东, 唐文渊, 等. 听神经瘤显微神经外科手术中内听道后上壁的处理及临床疗效分析[J]. 第三军医大学学报, 2013, 35(16): 1740-1743.

[2] 汤可, 周敬安, 周青, 等. 联合入路中经额与经眶颧方向显露海绵窦手术的虚拟现实量化比较[J]. 第三军医大学学报, 2013, 35(2): 145-148.

[3] 汤可, 李阳, 周敬安, 等. 经颞下入路磨除岩骨虚拟现实模拟研究[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2012, 12(6): 736-740.

[4] Sheth S S, Fader A N, Tergas A I, *et al*. Virtual reality robotic surgical simulation: an analysis of gynecology trainees [J]. J Surg Educ, 2014, 71(1): 125-132.

[5] 汤可, 周敬安, 赵亚群, 等. 枕下乙状窦后入路微创显露颈静脉孔区的虚拟现实解剖研究[J]. 第三军医大学学报, 2014, 36(14): 1496-1499.

[6] 周青, 汤可, 周敬安. 颈静脉孔区计算机建模和三维解剖研究[J]. 中国微侵袭神经外科杂志, 2013, 18(11): 514-516.

[7] 汤可, 周敬安, 周青, 等. 枕下乙状窦后入路显露颈静脉孔区的虚拟现实模拟研究[J]. 第三军医大学学报, 2013, 35(21): 2359-2362.

[8] Iacoangeli M, Salvinelli F, Di-Rienzo A, *et al*. Microsurgical endoscopy-assisted presigmoid retrolabyrinthine approach as a minimally invasive surgical option for the treatment of medium to large vestibular schwannomas [J]. Acta Neurochir (Wien), 2013, 155(4): 663-670.

[9] Sarikaya-Seiwert S, Klenzner T, Schipper J, *et al*. Giant dumbbell-shaped intra- and extracranial nerve schwannoma in a child presenting with glossopharyngeal neuralgia syncope syndrome: a case report and review of the literature [J]. J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg, 2013, 74(1): 54-58.

[10] 汤可, 周敬安, 周青, 等. 枕下乙状窦后入路微创显露面听神经复合体的虚拟现实解剖学研究[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2014, 14(6): 502-506.

[11] Kane A J, Sughrue M E, Rutkowski M J, *et al*. Clinical and surgical considerations for cerebellopontine angle meningiomas [J]. J Clin Neurosci, 2011, 18(6): 755-759.

[12] 汤可, 鲍圣德, 周敬安, 等. 虚拟现实技术量化经额入路显露海绵窦区显微解剖研究[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2011, 11(6): 590-594.

[13] 汤可, 袁小东, 周敬安, 等. 枕下乙状窦后入路显露颈静脉孔区微创策略的虚拟现实研究[J]. 神经疾病与精神卫生, 2014, 14(2): 137-139, 封3.

(**收稿**:2014-10-09;**修回**:2014-10-)

(编辑 王小寒)