

数字化颅底外科的解剖及影像学研究

满都乐歌齐, 刘玉光, 朱树干, 杨洪安, 杨扬
(山东大学齐鲁医院神经外科, 济南 250012)

摘要:目的 通过对解剖学、影像学、神经导航三种测量方式精确度的对比,对数字化颅底外科手术的可行性进行量化评估。方法 取颅底标本25个,对前半规管-卵圆孔之间的距离(50侧),分别进行游标卡尺测量(解剖学测量)、影像学测量及神经导航测量。所得数据进行记录,并采用SPSS 19.0软件进行统计分析,比较三种测量方式各自的精确度。结果 ①解剖学测量的平均偏差(离均差平均值) > 影像学测量数据与解剖学测量均数的平均偏差($P < 0.01$); ②神经导航测量的与解剖学测量均数的平均偏差 > 影像学测量与解剖学测量均数的平均偏差($P < 0.01$); ③神经导航测量的与解剖学测量均数的平均偏差略 > 解剖学测量的平均偏差,但 $P(90\%) > 0.8$ 。结论 ①影像学测量数据在评估个体解剖学特征方面的精密性,高于基于群体的解剖学测量数据; ②神经导航系统在注册及应用中会出现一些偏差,影响神经导航系统的精确性; ③即使不可避免地存在着误差,从统计学角度来看,神经导航测量依然无可否认地可视为与解剖学测量为等效(把握度高达90%)。

关键词: 神经导航; 颅底外科; 测量方式

中图分类号: R651 文献标志码: A

Digitalized skullbase surgery: an anatomical and medical imageology study. Mandulegeqi, LIU Yu-guang, ZHU Shu-gan, YANG Hong-an, YANG Yang. Department of Neurosurgery, Qilu Hospital of Shandong University, Jinan 250012, China

Abstract: Objective To quantitatively evaluated the feasibility of digitalized skull base surgery by comparing the corresponding accuracy of anatomical, imageology and neuronavigator based measurements. **Methods** Distance between the anterior semicircular canal and the oval foramen of 25 cadaver skull bases (50 sides) were measured with caliper (an anatomical measurement), CT (an imageology base measurement) and neuronavigator (a neuronavigator based measurement), respectively. The data were documented and the accuracy of three different methods of measurement was statistically analyzed with Spss19.0 software. **Results** ① The mean deviation of anatomical measurement was larger than that of the imageology based measurement from the corresponding mean of anatomical measurement ($P < 0.01$); ② The mean deviation of the neuronavigator based measurement was larger than that of the imageology based measurement from the mean of anatomical measurement ($P < 0.01$); ③ The mean deviation of the neuronavigator based measurement from the mean of anatomical measurement was a little bit larger than that of the anatomical measurement, whereas the P value (90%) was larger than 0.8. **Conclusion** ① The data from imageology based measurement are more accurate than those from group-based anatomical measurement in evaluating individual anatomical characteristics; ② Errors occurred during registration and application will compromise the accuracy of a neuronavigator to a more or less extent; ③ Statistically equivalent accuracy is undeniable (the power of the test was as high as 90%) between the anatomical and neuronavigator based measurements, even if deviations from the latter are inevitable.

Key words: Neuronavigator; Skull base surgery; Measurement

颅底外科手术涉及多个学科的知识技能,对医生的临床经验及技能,以及局部解剖学知识要求较高,尤其是牵涉到耳科学解剖更为复杂^[1-2]。经典颅底外科研究以局部解剖为基础,即取一定数量的尸体标本,对某些颅底重要结构的解剖学参数进

行测量,然后经统计学处理,获得这些参数的正常变异范围,用于术中估计患者的局部解剖概况^[2]。这种基于群体标本获取的数据缺乏个体针对性,用于推算患者个体解剖学特征,难免存在着较大的误差。影像学可以采集患者的个体信息^[1],无疑能够更确

收稿日期: 2013-01-11; 网络出版时间: 2013-03-28 15:42

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/37.1437.R.20130328.1542.002.html>

作者简介: 满都乐歌齐, 硕士研究生。Email: mandulegeqi@yahoo.com.cn

通讯作者: 杨扬, 硕士生导师。Email: yangyang21cn25@hotmail.com

切的反映个体的解剖学特征。然而神经导航系统^[3-5]能否取代群体局部解剖学而使传统的颅底外科进入全数字化的时代,影像学测量所提供的信息也存在着一定误差^[6-7],这种误差对测量精确度的影响究竟有多大,很少有人研究。

1 材料与方法

1.1 材料 国人尸头 25 个(50 侧)、SOMATOM Sensation 16 CT、BrainLab VectorVision 导航系统、游标卡尺、角规、硫酸钡。

1.2 方法

1.2.1 数据测量

1.2.1.1 解剖学测量 尸头去除脑组织和硬脑膜,采用乙状窦前入路磨出前半规管(anterior semicircular canal ASC)、外半规管(lateral semicircular canal LSC)、后半规管(posterior semicircular canal PSC)及棘孔(foramen spinosum FSP)。并在所要测量的部位用硫酸钡做出标记。选择前半规管-棘孔间距离为代表对象,用角规和游标卡尺进行测量(25 个标本,双侧测量共得数据 50 组)。

1.2.1.2 影像学(注册前)测量 尸头进行 CT 扫描,层厚 0.75(1 mm),将资料写入光盘。将扫描资料导入神经导航工作站,进行三维重建,将窗位调整至骨窗像,对所选解剖学结构间用不同的颜色在 2-D 和 3-D 图像上标记;对前述各标本的前半规管-棘孔间距离进行测量。

1.2.1.2 神经导航(注册后)测量 将处理后的资料写入 ZIP 盘,导入神经导航工作站。采用 Z-touch 激光面部扫描注册,注册成功后,对所选解剖学结构间用不同的颜色在 2-D 图像上标记后,实施图像 3-D 重建,模拟术中导航应用模式,对各标本的前半规管-棘孔间距离进行测量。

1.2.2 测量数据分组

1.2.2.1 解剖学测量离均差 即每个个体测量数值与解剖学测量的平均值(均数)之差(共 50 组)。通过比较解剖学群体测量与本组内对应个体之间的差异,评价解剖学测量统计数据用于评估个体解剖学特征的精确程度。

1.2.2.2 影像学(注册前)测量误差 以解剖学测量数据为标准,比较每个标本的影像学测量数值与相应的解剖学测量数值之间的差别(共 50 组)。用以评价影像学测量用于评估个体解剖学特征的精确程度。

1.2.2.3 神经导航(注册后)测量误差 以解剖学测量数据为标准,比较每个标本的导航测量数值与相

应的解剖学测量数值之间的差别(共 50 组)。用以评价导航测量用于评估个体解剖学特征的精确程度。

1.2.3 数据分析 采用 SPSS 19.0 统计学分析软件,对解剖学、影像学及导航测量三种方法各自的精确度以及可能存在的差异进行统计学分析。

1.2.3.1 解剖学测量离均差与影像学测量误差(各 50 组)的配对资料 t 检验 数值小者为精确,设 α 值为 0.05,即 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。 $P < 0.01$ 认定为统计学差异极显著; $0.05 < P < 0.8$ 无法确定两者是否具有统计学差异; $P > 0.8$ 则认定两者无差别(把握度 $> 80\%$)。

1.2.3.2 影像学测量误差与神经导航测量误差(各 50 组)的配对资料 t 检验 数值小者为精确,设 α 值为 0.05,即 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。 $P < 0.01$ 认定为统计学差异极显著; $0.05 < P < 0.8$ 无法确定两者是否具有统计学差异; $P > 0.8$ 则认定两者无差别(把握度 $> 80\%$)。

1.2.3.3 解剖学测量离均差与神经导航测量误差(各 50 组)的配对资料 t 检验 数值小者为精确,设 α 值为 0.05,即 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。 $P < 0.01$ 认定为统计学差异极显著; $0.05 < P < 0.8$ 无法确定两者是否具有统计学差异; $P > 0.8$ 则认定两者无差别(把握度 $> 80\%$)。

2 结果

2.1 解剖学、影像学及神经导航三种不同方法对应测量数据比较 解剖学测量: 28.00 ± 2.24 ;影像学测量: (27.81 ± 2.13) mm;神经导航测量: (27.68 ± 2.85) mm。解剖学测量与影像学测量配对资料 t 检验结果: $t = 0.95$, $P = 0.35 > 0.05$;提示两者统计学差异不具显著性。

影像学测量与神经导航测量配对资料 t 检验结果: $t = 0.37$, $P = 0.71 > 0.05$;提示两者统计学差异不具显著性。

解剖学测量与神经导航测量配对资料 t 检验结果: $t = 1.01$, $P = 0.32 > 0.05$;提示两者统计学差异不具显著性。

以上结果提示,解剖学、影像学及神经导航三种不同测量方法没有本质上的差别。

2.2 解剖学测量离均差与影像学测量误差的配对资料 t 检验 解剖学测量离均差: (1.81 ± 1.30) mm;影像学测量误差: (1.18 ± 0.75) mm; $t = 2.97$, $P = 0.005 < 0.01$ 。结果提示影像学测量的精确度高于解剖学测量方法,且两者统计学差异极具显著性。

2.3 影像学测量误差与神经导航测量误差的配对资料 t 检验 影像学测量误差: (1.18 ± 0.75) mm; 神经导航测量误差: (1.84 ± 1.27) mm; $t = 2.99$, $P = 0.004 < 0.01$ 。结果提示影像学测量的精确度高于神经导航测量方法,且两者统计学差异极具显著性。

2.4 解剖学测量离均差与神经导航测量误差的配对资料 t 检验 解剖学测量离均差: (1.81 ± 1.30) mm; 神经导航测量误差: (1.84 ± 1.27) mm; $t = 0.13$, $P = 0.90 > 0.8$ 。结果提示,两者统计学方面为等效(把握度高达 90%)。提示神经导航所测得的数据能够准确提供患者的个体解剖学特征。

3 讨 论

传统的颅底外科中,对一些术中无法看到的结构定位是通过来自群体局部解剖学的数据估算的^[2]。这种数据因缺乏个体特征,往往存在较大的误差^[6-7]。影像学采集患者的个人信息,可以更确切的反映个体的解剖学特征。但 CT(MRI)在图像采集和重建过程中存在失真^[7],这种失真所造成的影响究竟有多大,是否会影响到手术的实用价值很少有人研究。

3.1 选用 CT 而非 MRI 信息 手术操作过程中人体组织移位是影响神经导航应用的另外一个因素。然而,骨质在手术操作过程中基本不存在移位问题,这一特征使神经导航系统尤其适用于以骨性标志定位的颅底外科手术。由于 CT 较之 MRI 更能清晰显示骨性结构,我们在导航颅底手术的模拟实验中采用 CT 而非 MRI 扫描信息进行研究。

3.2 影像学测量的精确程度 我们对颅底标本数据,分别采用解剖学和影像学两种方法进行了测量。结果发现,解剖学测量离均差的平均值大于影像学测量误差的平均值,统计学差异极显著性($P < 0.01$)。这表明,影像学所采集的信息,在反映个体化的解剖学特征方面的精确度,高于来自群体标本所获取的解剖学估算。

3.3 神经导航系统的实用性 神经导航系统^[3-5]对术前采集患者的影像学信息,进行三维重建。但是,在导航系统指导手术时,要通过注册使影像学信息与患者的实际解剖结构相匹配。进而通过感受器实时感知手术器械的位置,指导术者选择合适手术入路,确切定位病变,避免损伤正常组织结构。

采用 CT 扫描所得图像为螺旋图像数据,成像过程中本身即会存在一定的误差。神经导航系统本身也存在着误差。这些误差无疑会对影像学采集资

料的精确性构成干扰。

衡量导航系统精确性的指标有注册误差和应用误差。

注册误差因注册方式、影像信息来源不同(CT 或 MRI)、研究条件不同而有很大差异。注册误差因注册方式的不同而差别很大^[6-7]。注册方式主要可以分为植入标志物及/或皮肤标志物、Z-touch 激光、解剖标志物三种,三种注册方式的注册误差仍有争论^[8-9],一般认为,注册误差 < 4 mm 即可接受。从现有资料来看,植入标记物法和皮肤标志物法注册误差的差别没有统计学意义^[10],为三种方式中最精确者;面部激光扫描注册误差精确度次之,解剖标志物的注册误差最大。但从应用精度、注册时间和使用的方便和舒适度上综合考虑,激光面部扫描是最好的注册方式。Rosahl^[11]报道采用激光面部扫描的注册精度为 (1.36 ± 0.34) mm,Heermann^[8]报道的结果是 (1.3 ± 0.14) mm。但这些结果并非黄种人的数据,我们所测量的激光面部扫描的注册精度为 (1.20 ± 0.33) mm^[12]。

对导航系统精度实际影响更大的是应用误差。影响应用误差的因素很多,导航系统本身的误差(Brainlab VectorVision 导航系统本身的误差在 2 mm 左右)、影像的失真、术中操作都会影响导航系统的实际应用精度。

导航系统的这些误差对其实用性的影响究竟有多大,既往缺乏量化的比较。尤其是缺乏在同一批解剖学标本上进行解剖学与神经导航测量的点对点对照研究。

我们的解剖学标本与神经导航的配对资料研究表明,神经导航测量误差的平均值大于影像学测量误差的平均值,统计学差异具显著性($P < 0.01$),提示神经导航测量所提供的数据确实出现了一定的误差,不如影像学测量者精确。然而,当我们对神经导航与解剖学测量的精密度进行对照研究时却发现,神经导航与解剖学测量在统计学上可认定为等效(把握度高达 90%),即两者根本不存在方法学上的差异。这表明,神经导航在临床实践中,完全可以取代经典解剖学测量所提供的参考数据,用于个体化、有针对性地指导手术定位。例如,传统的耳科手术对半规管、耳蜗等复杂结构学解剖定位的精确性,要求扎实的解剖学知识和丰富的临床经验^[2],很多高年资医生仍备感困难。而神经导航通过影像学技术对上述结构可以非常清晰地实现三维重建,进而在神经导航系统注册,采用术中虚拟实时模拟技术,大幅度降低地对这些结构精确定位的难度级别,同时

明显增加手术的安全性。

我们认为影像学测量的结果是由于计算机通过软件直接得到,受手工操作的影响很小;而解剖学测量在测量过程中要使用角规测量和游标卡尺人工读数,不可避免对测量结果产生较大的影响;导航测量中,导航棒受手工操作影响更大(哪怕微小抖动即会产生1~2 mm的误差),因此其测量结果稳定性稍差。

然而手术中如果仅按照影像学测量数据去进行手工操作测量是不现实的;其次,在要害结构复杂的手术野中进行手工测量,其精密度更难避免产生误差,而这种误差极有可能大大超过导航系统的应用误差。所以,在手术实践中,导航的作用还是显而易见的。况且,随着产品的更新,神经导航系统的精密度也将大大提高。颅底外科手术必将摆脱经典局部解剖研究和应用模式,走向数字化时代。

参考文献:

- [1] 崔凤玉,孙晓卫,丁元萍,等. 半规管多平面重组技术及临床应用价值[J]. 山东大学学报:医学版,2006,44(9):922-925.
- [2] 田广永,徐达传,彭志强,等. 内镜下乙状窦前后入路的临床解剖学比较研究[J]. 中国临床解剖学杂志,2007,25(5):485-488.
- [3] 甄泽年,赵敏,陈贤明,等. 影像导航系统在颅底外科手术中的应用[J]. 山东大学基础医学院学报,2004,18(3):175-176.
- [4] 宋西成,张庆泉,张华影,等. 影像导航系统在耳鼻咽喉颅底外科的应用[J]. 山东大学耳鼻喉眼学报,2005,19(5):291-293.

- [5] 修春明,王云波,潘树茂,等. CT神经导航在经鼻蝶垂体瘤手术中的应用[J]. 山东大学耳鼻喉眼学报,2009,23(6):7-9.
 - [6] Hardy S M, Melroy C, White D R, et al. A comparison of computer-aided surgery registration methods for endoscopic sinus surgery[J]. Am J Rhinol, 2006, 20(1): 48-52.
 - [7] Ogawa K: Image distortion and correction in single photon emission CT [J]. Ann Nucl Med, 2004, 18(3): 171-185.
 - [8] Heermann R, Schwab B, Issing P R, et al. Navigation with the StealthStation trade mark in Skull Base Surgery: An Otolaryngological Perspective [J]. Skull Base, 2001, 11(4): 277-285.
 - [9] Woerdeman P A, Willems P W, Noordmans H J, et al. Application accuracy in frameless image-guided neurosurgery: a comparison study of three patient-to-image registration methods [J]. J Neurosurg, 2007, 106(6): 1012-1016.
 - [10] Wiltfang J, Rupprecht S, Ganslandt O, et al. Intraoperative Image-Guided Surgery of the Lateral and Anterior Skull Base in Patients with Tumors or Trauma [J]. Skull Base, 2003, 13(1): 21-29.
 - [11] Rosahl S K, Gharabaghi A, Hubbe U, et al. Virtual reality augmentation in skull base surgery [J]. Skull Base, 2006, 16(2): 59-66.
 - [12] Yang H A, Yang Y, Wang H W, et al. A comparative study of digital and anatomical techniques in skull base measurement [J]. J Int Med Res, 2010, 38(1): 78-85.
- (编辑:李伟)

(上接第59页)

- [10] Kim J H, Choi Y J, Kim J A, et al. Thyroid cancer that developed around the operative bed and subcutaneous tunnel after endoscopic thyroidectomy via a breast approach [J]. Surg Laparosc Endosc Percutan Tech, 2008, 18(2): 197-201.
- [11] Barczynski M, Konturek A, Stopa M, et al. Minimally invasive video-assisted thyroidectomy: Seven-year experience with 240 cases [J]. Wideochir Inne Tech Malo Inwazyjne, 2012, 7(3): 175-180.
- [12] He Q, Zhuang D, Zheng L, et al. Harmonic focus in total thyroidectomy plus level III-IV and VI dissection: A prospective randomized study [J]. World J Surg Oncol, 2011, 31(9): 141.
- [13] Markogiannakis H, Kekis P B, Memos N, et al. Thy-

- roid surgery with the new harmonic scalpel: A prospective randomized study [J]. Surgery, 2011, 149(3): 411-415.
 - [14] Calo P G, Pisano G, Medas F, et al. The use of harmonic scalpel in thyroid surgery. Our experience [J]. Ann Ital Chir, 2012, 83(1): 7-12.
 - [15] Ecker T, Carvalho A L, Choe J H, et al. Hemostasis in thyroid surgery: Harmonic scalpel versus other techniques-a meta-analysis [J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 2010, 143(1): 17-25.
 - [16] Sebag F, Fortanier C, Ippolito G, et al. Harmonic scalpel in multinodular goiter surgery: Impact on surgery and cost analysis [J]. J Laparoendosc Adv Surg Tech A, 2009, 19(2): 171-174.
- (编辑:李伟)