

. 综 述 .

颅骨切除减压术的临床应用进展

叶明煌 蒋传路 综述 张俊和 审校

【摘要】神经系统疾病常伴有脑组织肿胀,从而导致颅内压增高。当颅内压增高到药物治疗无效时,手术是一种主流选择,一般采用颅骨切除减压术。颅骨切除减压术为肿胀的脑组织提供了代偿空间,降低了封闭颅腔内的压力。不同疾病导致的颅内压增高病人在颅骨切除减压术中是否需要切除病变脑组织以及皮瓣的设计、头皮下软组织的处理、骨瓣大小和硬脑膜减压要求等尚无统一意见。本文就颅骨切除减压术的临床应用进展进行综述。

【关键词】颅骨切除减压术;颅内压增高;脑水肿

【文章编号】1009-153X(2024)01-0042-04 【文献标志码】A 【中国图书资料分类号】R 651.1⁺1

Advancements in the clinical application of craniectomy

YE Ming-huang, JIANG Chuan-lu, ZHANG Jun-he. Department of Neurosurgery, the Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150086, China

【Abstract】Neurological diseases are often accompanied by brain swelling, which leads to intracranial hypertension. When intracranial hypertension increases to the point where drug therapy is ineffective, surgery is a main choice, and craniectomy is generally used. Craniectomy provides compensatory space for swollen brain tissues and reduces the pressure in the closed cranial cavity. There is no consensus on whether the damaged brain tissues should be removed, the design of flaps, the treatment of subcutaneous soft tissue, the size of flaps and the requirements for dural decompression in craniectomy for intracranial hypertension caused by different diseases. This article reviews the progress in clinical application of craniectomy.

【Key words】Craniectomy; Intracranial hypertension; Brain edema

多种神经系统疾病,如大面积脑梗死、自发性颅内出血、动脉瘤性蛛网膜下腔出血、脑静脉窦血栓形成、颅脑损伤等,可导致恶性颅内压增高^[1],在药物治疗无效的情况下,一般选择颅骨切除减压术治疗。不同疾病导致的颅内压增高病人在颅骨切除减压术中是否需要切除病变脑组织以及皮瓣的设计、头皮下软组织的处理、骨瓣大小和硬脑膜减压要求等尚无统一意见。本文就颅骨切除减压术的临床应用进展进行综述。

1 是否需要切除部分病变脑组织?

目前,切除病变脑组织降低颅内压的形式在临床上的应用逐渐减少^[2],主要原因是无论在肉眼还是在显微镜下,没有简单易行的办法区分病变和正常脑组织的分界;其次,病变脑组织能否在恢复期发挥一定的作用还没有确切结论;最后,切除病变脑组织相对来说需要更长的手术时间,同时也增加了手术

难度。今后,如能有确切的手段证实病变脑组织丧失了相关功能,切除才是可取的。切除脑组织过程中是否会造成新的损伤,甚至引起新形式的颅内压增高,还是一个未知数。如果应用其他方法可以达到减压的目的,病变脑组织保留可能是最佳选择。

2 哪种皮瓣的设计最合理?

颅骨切除减压术中,选择何种皮瓣一直以来争议最多。早在 1982 年, Gudeman 等^[3]针对颅内压增高设计了相对应的颅骨切除减压术式,其皮瓣设计一直沿用至今,也被称为常规皮瓣,主要方式就是颞弓上方起始,耳廓前 1 cm,向上、向后延伸,再翻转向前,直到额部发际内。这个皮瓣的设计满足了对常见额颞部骨质减压的需要,去除骨瓣后,向下方可以到达颞叶底部,即颅中窝;向后方可以接近顶枕叶,后下方由于皮瓣的原因暴露欠佳;向前方可以到达额底,即颅前窝底部;向上方可以视病情需要接近中线。这种手术方式实现了对脑组织偏侧的充分减压。在形态上,左侧可以称为问号型切口,右侧称为反问号型切口。这也是目前临床上最多采用的术式。这种术式应用范围广,适用于各种原因引起的颅内压增高,可以很好地解除幕上疾病引起的颅内

压增高,达到充分减压的目的。唯一的不足是在耳廓前操作时可能损伤颞浅动脉,而颞浅动脉被认为是皮瓣主要的血液供应来源。这种皮瓣起始于颞弓上部,可以方便地增加对颞底的显露,也就是增加对颅中窝的暴露,也是很多神经外科医生喜欢这种皮瓣的原因。随着认识的逐渐深入,这种标准化的皮瓣越来越得到一致的认可^[4]。

针对战伤引起的颅内压增高的救治,有学者设计了“T”形皮瓣^[5],皮瓣分为两部分:“T”的一竖主要是垂直颞弓向上,“T”的一横由额部到枕部弧形切口构成,一横一竖相交构成皮瓣的前后两部分。这种皮瓣可以迅速暴露颅骨,操作快捷,特别适合急诊病人的紧急处理,符合快速治疗颅脑损伤的要求;同时,减少了皮瓣导致的颅骨暴露不充分的弊端,不仅在前部充分暴露额部骨质,还可以向后充分暴露顶部及颞部骨质,更可以向下方充分暴露蝶骨骨质。与常规皮瓣相比较,这种皮瓣可以暴露的颅骨范围更广,不仅适用于战伤,对相关颅内压增高疾病也具有良好的应用前景。这种皮瓣同样存在对前部皮瓣血供主要来源颞浅动脉损伤的可能性,而且刀口交汇处可能存在皮缘愈合的问题。

再后来,又出现了“N”字形皮瓣^[6]。和常规皮瓣相比较,“N”字形皮瓣更容易暴露后下方骨质,同时可以向中线对侧延长切口,更有利于额部骨质的暴露,更有利于充分的减压。和常规皮瓣相比较,对颅中窝的减压相似;和“T”形皮瓣相比较,临床效果差异不大。这种皮瓣更适合额颞手术、临时需要扩大减压范围的手术。

这几种皮瓣的切口在耳前,存在损伤颞浅动脉和耳颞神经的可能性。是否存在一种皮瓣,既能达到充分减压手术所需,又能保护重要的神经血管结构呢?有学者进行改良,制作新型皮瓣^[7,8],主要方法是从前方到后方的皮瓣,尤其是后方的皮缘切口到达耳后。这种皮瓣的好处是可以保护好皮瓣所属的颞浅动脉和耳后动脉,最大程度保证了皮瓣的充分血供,能够保证皮缘良好愈合;同时,头皮和皮下组织作为一层翻起,可以最大程度保留颞肌的功能,避免面神经损伤。在具体操作过程中,由于不需要切开、处理颞肌,可以使手术时间缩短,利于对危重病人的抢救。缺点是,头皮及皮下组织作为一层掀起,不利于颅中窝底的暴露,同时,也存在损伤静脉窦风险及开放乳突气房的可能性。针对颅中窝暴露不充分的弊端,有学者通过将头皮和皮下组织分层处理以增加对骨质的暴露^[9,10]。

不管采用哪种皮瓣设计,关键要考虑以下因素:①能够充分暴露所需要去除的颅骨骨质,暴露越充分,操作越简单,越方便、安全;②能够充分考虑到皮瓣的血液供应,有利于刀口的愈合,预防感染;③皮瓣的设计一定还要考虑美容效果,为改善病人生活质量奠定基础;④皮瓣还要考虑修补简单易行;⑤保护重要组织的功能,尤其是神经功能,其次是颞肌功能。

3 头皮下软组织的处理

颅内压增高病人的治疗主要是考虑减压充分。这就要求在脑组织部分切除、骨瓣足够大的前提下考虑其他可增加缓冲空间的可能性。有学者考虑切除部分肌肉和筋膜,或者接近完全切除颞肌及筋膜减压^[11-13]。颞肌和筋膜在形态上呈现扇形,常规皮瓣无法完全暴露结构的全貌,只能做到部分暴露,也只能部分切除。颞肌及筋膜完全暴露不仅需要在皮瓣范围内显露,还需要去除对颞肌及筋膜构成遮挡的颞弓,在实际操作中很难实现完全的颞肌及筋膜切除。颞肌和筋膜的存在限制了肿胀的脑组织向外疝出,无法更进一步提供可缓冲的空间。术中没有处理颞肌和筋膜的病人术后复查影像检查可以见到颞肌肿胀,尤其是颅脑损伤病人,术前已经存在软组织损伤,术后肿胀的颞肌占据了减压后部分空间,有可能引起减压手术获得的空间不够,导致减压手术失败。因而,在这种情况下,部分切除颞肌及筋膜的做法应运而生。这一术式的优点是,为颅内压增高疝出的脑组织提供了有益的空间,缺点是切除颞肌及筋膜破坏了原有解剖结构的完整性,使手术无法实现解剖复位。切除颞肌和筋膜在减压手术中可能会对面神经造成损伤,出现周围性面瘫,原因是减压手术中很难精确区分筋膜面神经所在的层次,后续的修补手术,再次分离头皮时也容易发生面神经的损伤;同时,对颞肌及筋膜剥离过程中粗暴或者电凝过多,造成颞肌及筋膜手术源性损伤,术后也会导致颞肌及筋膜肿胀,同样是造成减压不充分的原因。

4 骨瓣大小的要求

临床上,切除骨瓣大小的要求一直存在争议^[14],最主要的原因是颅骨为减压结构中最坚固的成份,也是构成封闭颅内压的主要结构。迄今,还没有出现一个统一的标准减压手术骨瓣大小。文献报道,减压骨瓣直径最小应为 12 cm。骨瓣过小,达不到减压治疗的目的;骨瓣过大,可能会出现相关的

良反应。即便如此,骨瓣达到了理想程度,有时候预后也无法达到预期效果。文献报道,随着骨瓣直径增大,减压效果越好,但并不意味着越大越好,而且随着骨瓣增大,也会出现相应的不利因素。因此,临床上应根据病人的具体情况,尤其是年龄、脑组织饱满程度、水肿进展速度选择合适的颅骨切除范围。

为了追求更大的减压空间,有学者切除部分颧弓以实现充分减压^[15]。颧弓可以限制颞肌及筋膜向外突出,在一定程度上降低了减压效果。颧弓部分切除后,可以将对颞肌及筋膜的限制降到最低,但这种操作从根本上破坏了原有的结构,不符合手术原则。这种操作可以在颅内压增高无法控制、需要最大程度减压前提下进行。

5 硬脑膜减压的要求

硬脑膜一定要充分减压,目前流行的是放射状剪开,充分减压,其中三角形的底边就是骨缘所在部位,另外两条边形成的夹角掀起时要保证底边完全贴近骨缘,这样才能保证减压充分。由此可见,三角形底边长度越短,完全掀起硬脑膜的可能性越大,减压效果越充分。这就杜绝了一部分减压由于三角形底边过长引起的减压不充分。同时颅骨成形术简单易行,分离界面时脑组织表面形成致密的保护层,即可保证手术操作的简单性,又可以保证修补手术后并发症最少。另外,还有一种“U”字形硬脑膜切开术式^[16]，“U”字形开放的部位面对的是脑膜中动脉,可以很好地保护硬脑膜上的血供。同时,剩余部分的硬脑膜可以达到充分的减压。

6 其他问题

临床上,常常使用双额颅骨切除减压及枕骨切除减压^[17]。同时,有学者在比较那种皮瓣更适合病情需要时,会比较刀口愈合情况。刀口的愈合情况不仅和皮瓣的血供保护好坏密切相关,和缝合及止血过程也存在关联。另外,病人自身状态,如出现应激性溃疡无法进食、长期营养不良均息息相关。因而,不能将单一的指标作为衡量哪种术式优劣标准^[18]。

总之,颅骨切除减压术临床应用广泛,使药物治疗无效的颅内压增高病人有了活下来的希望。颅骨切除虽是减压术中的关键,但涉及向颅骨内部及颅骨外部减压。不管哪种形式的颅骨切除减压术都是为了降低增高的颅内压,阻断在高颅内压条件下发生的有害过程,挽救病人生命,为将来获得更好的生

存质量提供保障^[19]。

【参考文献】

[1] CRUDELE A, SHAH SO, BAR B. Decompressive hemicraniectomy in acute neurological diseases [J]. J Intensive Care Med, 2016, 31 (9): 587-596.

[2] RENGACHARY SS, BATNITZKY S, MORANTZ RA, *et al.* Hemicraniectomy for acute massive cerebral infarction [J]. Neurosurgery, 1981, 8(3): 321-328.

[3] GUDEMAN SK, WARD JD, BECKER DP. Operative treatment in head injury [J]. Clin Neurosurg, 1982, 29: 326-345.

[4] QUINN TM, TAYLOR JJ, MAGARIK JA, *et al.* Decompressive craniectomy: technical note [J]. Acta Neurol Scand, 2011, 123(4): 239-244.

[5] RAGEL BT, KLIMO PJ, MARTIN JE, *et al.* Wartime decompressive craniectomy: technique and lessons learned [J]. Neurosurg Focus, 2010, 28(5): E2.

[6] YANG HS, HYUN D, OH CH, *et al.* A faster and wider skin incision technique for decompressive craniectomy: N- shaped incision for decompressive craniectomy [J]. Korean J Neurotrauma, 2016, 12(2): 72-76.

[7] LYON KA, PATEL NP, ZHANG Y, *et al.* Novel hemicraniectomy technique for malignant middle cerebral artery infarction: technical note [J]. Oper Neurosurg (Hagerstown), 2019, 17(3): 273-276.

[8] SOTO JM, FENG D, SUN H, *et al.* Novel decompressive hemicraniectomy technique for traumatic brain injury: technical note [J]. World Neurosurg, 2021, 146: 15-19.

[9] MANAWADU D, QUATEEN A, FINDLAY JM. Hemicraniectomy for massive middle cerebral artery infarction: a review [J]. Can J Neurol Sci, 2008, 35(5): 544-550.

[10] DOWLATI E, MORTAZAVI A, KEATING G, *et al.* The retroauricular incision as an effective and safe alternative incision for decompressive hemicraniectomy [J]. Oper Neurosurg (Hagerstown), 2021, 20(6): 549-558.

[11] HUANG SH, HUANG AP, HUANG SJ, *et al.* Resection of swollen temporal muscles in patients with intractable intracranial hypertension after decompressive craniectomy [J]. Acta Neurochir (Wien), 2021, 163(9): 2623-2628.

[12] PARK J, KIM E, KIM GJ, *et al.* External decompressive craniectomy including resection of temporal muscle and fascia in malignant hemispheric infarction [J]. J Neurosurg, 2009, 110(1): 101-105.

[13] YU SH, KIM BC, CHOI JY, *et al.* Addition of resection of temporal muscle and fascia in decompressive craniectomy in the treatment of

traumatic brain injury [J]. Korean J Neurotrauma, 2016, 12(2): 84–88.

[14] TANRIKULU L, OEZ-TANRIKULU A, WEISS C, *et al.* The bigger, the better: about the size of decompressive hemicraniectomies [J]. Clin Neurol Neurosurg, 2015, 135: 15–21.

[15] MARTIN AG, ABDULLAH JY, JAAFAR A, *et al.* Addition of zygomatic arch resection in decompressive craniectomy [J]. J Clin Neurosci, 2015, 22(4): 735–739.

[16] VELDEMAN M, GEIGER M, CLUSMANN H. How I do it the posterior question mark incision for decompressive hemicraniectomy [J]. Acta Neurochir (Wien), 2021, 163(5): 1447–1450.

[17] BEEZ T, MUNOZ-BENDIX C, STEIGER HJ, *et al.* Decompressive craniectomy for acute ischemic stroke [J]. Crit Care, 2019, 23(1): 209.

[18] HINDUJA A, SAMANT R, FENG D, *et al.* Herniation despite decompressive hemicraniectomy in large hemispherical ischemic strokes [J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2018, 27(2): 418–424.

[19] VELDEMAN M, DALEIDEN L, HAMOU H, *et al.* An altered posterior question-mark incision is associated with a reduced infection rate of cranioplasty after decompressive hemicraniectomy [J]. J Neurosurg, 2020, 134(3): 1262–1270.

(2022-03-18 收稿, 2023-01-18 修回)

(上接第 41 页)

[4] JIN Z, LI H, LONG Y, *et al.* MicroRNA-1269 is downregulated in glioblastoma and its maturation is regulated by long non-coding RNA SLC16A1 Antisense RNA 1 [J]. Bioengineered, 2022, 13(5): 12749–12759.

[5] LONG Y, LI H, JIN Z, *et al.* LncRNA SLC16A1-AS1 is upregulated in glioblastoma and promotes cancer cell proliferation by regulating miR-149 methylation [J]. Cancer Manag Res, 2021, 13: 1215–1223.

[6] WANG W, LOU W, DING BY, *et al.* A novel mRNA-miRNA-lncRNA competing endogenous RNA triple subnetwork associated with prognosis of pancreatic cancer [J]. Aging (Albany NY), 2019, 11(9): 2610–2627.

[7] CAO Y, WANG F, CHEN Y, *et al.* CircPITX1 regulates proliferation, angiogenesis, migration, invasion, and cell cycle of human glioblastoma cells by targeting miR-584-5p/KPNB1 axis [J]. J Mol Neurosci, 2021, 71(8): 1683–1695.

[8] LI M, XU H, QI Y, *et al.* Tumor-derived exosomes deliver the tumor suppressor miR-3591-3p to induce M2 macrophage polarization and promote glioma progression [J]. Oncogene, 2022, 41(41): 4618–4632.

[9] SHI W, WANG Z, CHEN J, *et al.* Isolation, culture, cryopreservation and resuscitation of human glioma cells [J]. Jiangsu Med J, 2010, 36(13): 1541–1543.

施 炜, 王 中, 陈 娟, 等. 人脑胶质瘤细胞的分离、培养、冻存与复苏[J]. 江苏医药, 2010, 36(13): 1541–1543.

[10] LI JQ, DUAN FL, WU JL, *et al.* Effect of down-regulation of BAG3 on proliferation and apoptosis of glioma U87 cells [J]. Chin J Clin Neurosurg, 2022, 27(11): 913–916.

李继强, 段发亮, 吴京雷, 等. 下调 BAG3 表达对胶质瘤 U87 细胞增殖和凋亡的影响[J]. 中国临床神经外科杂志, 2022, 27(11): 913–916.

[11] LOGOTHETI S, MARQUARDT S, GUPTA SK, *et al.* lncRNA-SLC16A1-AS1 induces metabolic reprogramming during bladder cancer progression as target and co-activator of E2F1 [J]. Theranostics, 2020, 10(21): 9620–9643.

[12] JIANG B, LIU Q, GAI J, *et al.* LncRNA SLC16A1-AS1 regulates the miR-182/PDCD4 axis and inhibits the triple-negative breast cancer cell cycle [J]. Immunopharmacol Immunotoxicol, 2022, 44(4): 534–540.

[13] LIU HY, LU SR, GUO ZH, *et al.* lncRNA SLC16A1-AS1 as a novel prognostic biomarker in non-small cell lung cancer [J]. J Investig Med, 2020, 68(1): 52–59.

[14] GUO T, ZHENG C, WANG Z, *et al.* miR5845p regulates migration and invasion in nonsmall cell lung cancer cell lines through regulation of MMP14 [J]. Mol Med Rep, 2019, 19(3): 1747–1752.

[15] SHI HZ, WANG DN, MA LN, *et al.* MicroRNA-362 inhibits cell growth and metastasis in glioblastoma by targeting MAPK1 [J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2020, 24(17): 8931–8939.

[16] TAO X, ZHANG WF, JI BW, *et al.* Effect of inhibition of SSRP1 on glioma cells proliferation and chemosensitivity to temozolomide [J]. Chin J Clin Neurosurg, 2022, 27(9): 760–764.

陶 祥, 张文斐, 冀保卫, 等. 抑制 SSRP1 对胶质瘤细胞增殖、化疗敏感性的影响[J]. 中国临床神经外科杂志, 2022, 27(9): 760–764.

[17] XIONG H, YU H, JIA G, *et al.* circZFR regulates thyroid cancer progression by the miR-16/MAPK1 axis [J]. Environ Toxicol, 2021, 36(11): 2236–2244.

(2023-04-24 收稿, 2023-07-31 修回)