

diother, 2009,13(3):205-208.

22 Myung HJ, Jeong SH, Kim JW, et al. Sorafenib-induced interstitial pneumonitis in a patient with hepatocellular carcinoma; a case report [J]. Gut Liver, 2010,4(4):543-546.

23 Niyazi M, Maihoefer C, Krause M, et al. Radiotherapy and "new" drugs-new side effects? [J]. Radiat Oncol, 2011,6:177.

[收稿日期 2012-03-12][本文编辑 谭毅 韦颖]

新进展综述

钛质网笼植骨及带锁钢板在颈前路手术中应用的研究进展

梁辉, 韦建勋(综述), 李荣祝(审校)

作者单位: 530021 南宁,广西壮族自治区人民医院骨科

作者简介: 梁辉(1987-),男,在读研究生,研究方向:脊柱内固定。E-mail:changshalianghui@yahoo.com.cn

通讯作者: 李荣祝(1954-),男,研究生学历,主任医师,国务院特聘专家,硕士生导师,研究方向:脊柱微创及创伤骨科疾病诊治。E-mail:Lrz89089@126.com

[摘要] 钛质网笼植骨是以纯钛制作的圆柱形空心网笼作为支架,中心以减压之碎骨块作为充填以替代植骨块,再辅以前路带锁钢板固定,可减少传统颈椎前路手术中存在的弊端。近年来,这种旨在缩短手术时间,减少供骨区并发症的颈前路方式正在临床日益广泛应用,该文就近年来钛质网笼植骨及带锁钢板在颈椎前路手术中的研究现状及进展进行综述。

[关键词] 颈椎; 钛质网笼; 植骨融合; 带锁钢板

[中图分类号] R 68 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1674-3806(2012)09-0887-05

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2012.09.32

Research progress on titanium mesh cage bone graft and locking plate in anterior cervical operation LIANG Hui, WEI Jian-xun, LI Rong-zhu. Department of Orthopedics, the People's Hospital of Guangxi Zhuang Autonomous Region, Nanning 530021, China

[Abstract] In the titanium mesh cage bone graft, the hollow cylindrical cage is used as scaffold, its center was packed with crushed bones which can replace grafts and have an effect of decompression, then fastened by the anterior locking plate. In this way, it may reduce the disadvantages of the traditional anterior cervical operations. In recent years, this anterior way which aims to shorten the operating time and decrease complications of the donor site is being applied more broadly in clinical treatment. In this paper, the summary is about the recent research status and progress of the titanium mesh cage bone graft and locking plate using in the anterior cervical operation.

[Key words] Cervical vertebrae; Titanium mesh cage; Bone fusion; Locking plate

1 钛质网笼及颈椎前路钢板的发展历史

自1958年Smith和Robinson^[1]首次描述颈前路减压椎间植骨术以来,该术式已被广泛应用于颈椎病的治疗。但植骨块滑脱、塌陷、骨不连及颈椎反曲畸形等并发症仍未完全解决,颈椎钢板内固定的应用使这种手术的效果大大提高。1964年Böhler^[2]首先将钢板用于颈椎前路内固定,此后有多种钢板设计出现。目前临床使用最多的是颈椎前路锁定钢板,代表产品有Chion、CSLP等。但供区并发症仍是

困扰医生和病人的主要难题之一。1986年钛网植骨方式首次引入脊柱外科领域,减少了供区并发症。钛笼是20世纪90年代由Hams设计的,是目前应用最为广泛的融合器之一。这种结合在钛网植骨的基础上又采用颈椎前路带锁接骨板固定,克服了传统手术的弊端,现已广泛运用于临床,国内于1996年首次报道^[3]。

2 钛质网笼及带锁钢板的优点

目前,用钛笼(titanium mesh cage, TMC)替代自

体骨移植联用颈椎前路钢板日益普遍,前路钢板可以提供融合所需的稳定环境,而钛笼在保持椎间高度和适当的颈椎曲度时可增加稳定性和承载载荷;二者联用是促进植骨融合,避免供骨区并发症的理想方法。Narotam 等^[4]报道 TMC 联用颈椎前路锁定钢板内固定融合的临床结果,95% 病例成功融合,仅有 1 例位置不佳。Kanayama 等^[5]证明 TMC 联用颈椎前路钢板内固定的融合率为 96%;且钛有足够的力学强度,达到不锈钢的 90%,其刚度也能保证植入后不易变形,具有良好的生物学相容性和耐腐蚀性,在体内无不良反应,不必再次手术取出;钛不含磁性,术后患者仍可接受 MRI 检查。Tominaga 等^[6]报道钛质内植物对 MRI 的 T₁ 加权几乎没有影响,仅在 T₂ 加权稍有伪影,但仍可清晰分辨出脊髓及其周围结构。基于以上优点,笔者认为钛笼植骨联合带锁钢板是目前颈椎前路手术的良好方式。

3 钛质网笼联合带锁钢板颈前路手术的适应证及禁忌证

作为一种新的手术方式,钛质网笼植骨加锁定钢板固定无疑是符合现代颈椎前路手术基本原则的最佳方案之一,尤其适用于颈椎创伤、多节段退行性变、颈椎不稳等的治疗^[7]。但此项技术也存在一些不足,如网笼植骨不适用于颈椎椎体肿瘤或炎性病变,有一定比例的接骨板螺钉并发症,文献报道约为 5%^[8]。钛笼作为一种椎间融合器,其应用禁忌证与其他椎间融合器大致相同,主要如:有严重的骨质疏松者、所需融合间隙的椎板终板有严重的骨质硬化者、骨发育不良以及伴有先天性或退变性脊柱侧弯者、后凸畸形者等。

4 钛质网笼植骨及带锁钢板应用的手术方式

全身麻醉,仰卧位,于颈前胸锁乳突肌内侧缘做斜切口,显露病变椎体或椎间隙及与之相邻的上、下各一个椎体,定位确认切除之椎体;按传统颈前路方式减压,使减压节段成为一长方形骨槽;保留减压椎体被咬除的碎骨块,修整后填充于适当长度网笼内并嵌紧,如碎骨块数量不足,还可以混以适量人工骨碎块,然后将此网笼植入减压槽内;选择合适的接骨板固定,最后逐层关闭切口。术后除常规处理外,24 h 后患者可在颈托保护下坐起或离床活动;术后拔引流管后应行 X 线摄片,了解内植物位置是否准确,必要时还可行 CT 或 MRI 检查,了解减压是否彻底。

5 钛质网笼植骨及带锁钢板在颈椎骨折治疗中的应用

自从 Bonier^[1]1964 年报道首例颈前路钢板螺

钉内固定治疗下颈椎骨折脱位后,关于颈前路手术的重建和稳定有许多学者进行了研究。特别是近几年来,随着交通运输业和建筑业的发展,颈椎损伤和颈髓损伤的患者逐渐增多,颈前路减压后重建与稳定的内固定方法和器材也在不断更新和发展。由于颈椎及颈髓损伤的致残率、病死率较高,手术是颈椎骨折损伤的主要治疗手段。手术的目的主要是恢复颈椎椎间高度和生理屈度,重建颈椎稳定性,彻底减压,为恢复神经功能,减轻护理工作及为康复工作创造条件。传统的手术方式为颈椎前路减压、椎体切除或次全切除、取髂骨植骨,具有减压彻底、手术创伤相对较小等优点,但也有易发生植骨块松动、脱出及不愈合,供骨区并发出血、感染、神经损伤、髂嵴骨折和慢性疼痛等并发症的不足,并且术后不能提供足够的即刻稳定性^[9]。而运用钛质网笼植骨并联合运用带锁钢板克服了传统手术的不足,疗效确切,现正在颈椎骨折脱位手术中广泛运用。李宏伟等^[10]运用该手术方式治疗颈椎骨折脱位 23 例,随访 1 年以上平均改善率为 63%。张琦等^[11]采用 O-RION 锁定型颈椎前路钢板及钛质网笼植骨治疗下颈椎爆裂性骨折 21 例均取得良好效果,术后 1 年的融合率为 100%。

6 钛质网笼植骨及带锁钢板在颈椎病治疗中的应用

颈椎病是临床常见病,大多经保守治疗即可,但对于严重的脊髓型、神经根型、交感型,行钛笼植骨联合锁定钢板治疗则更为有效,并已广泛应用于治疗中。

6.1 在脊髓型颈椎病(cervical spondylotic myelopathy, CSM)中的应用 颈椎退行性改变造成脊髓受压或缺血,引起脊髓传导功能障碍即 CSM。现已证明,CSM 的致压因素主要来自脊髓的前方,而颈后路手术不能去除脊髓前方致压物,只起到间接减压作用,因此行前路手术直接去除致压因素是合理的选择。颈前路减压、植骨融合术一直被认为是治疗 CSM 的标准手术,但长时间的随访发现存在一些问题:(1)椎间高度的再丢失及颈椎生理曲度难以维持;(2)融合失败和融合节段假关节形成。研究发现^[2]CSM 前路植骨术后不愈合率最高可达 43.3%,还有文献报道^[12]颈椎前路减压植骨融合假关节发生率为 26%,多节段融合假关节的发生率更高。而采用的颈椎病前路椎体次全切除钛质网笼植骨钢板内固定方法避免了上述手术并发症。刘国荣等^[13]运用该方式治疗多阶段间在多节段突出的 CSM 患

者 28 例,植骨融合率达到 100%。高国勇等^[14]运用 Uniplate 钛板结合钛笼治疗单节段 CSM 32 例,术后症状明显缓解,脊髓功能明显改善,优良率为 100%。指出此种方式具有操作简便、安全、并发症少、融合率高等优点,是一种理想的颈前路内固定方法,具有良好的应用前景。因此无论是单阶段或是多阶段的 CSM,前路钛笼植入钢板内固定术都是很好的方式。

6.2 在神经根型颈椎病中的应用 神经根型颈椎病以出现一系列相应节段的神经根刺激或功能障碍为临床表现,对于确诊为单纯神经根型颈椎病的绝大多数患者可以通过牵引、理疗等保守治疗而获得满意效果,但经保守治疗无效,严重影响生活质量者可行手术治疗。目前许多学者^[15]陆续报道应用颈前路减压、植骨融合、钛板内固定术治疗神经根型颈椎病疗效满意,植骨融合中多采用钛质网笼植骨。王长昇等^[16]运用钛质网笼植骨融合、钛板内固定治疗 30 例神经根型颈椎病,术后优良率为 90%。

6.3 在交感型颈椎病中的应用 交感型颈椎病又称为 Barre-Lieou 综合征,是因颈椎退行性改变致颈部交感神经受压或刺激引起的一系列反射性症状。在临床上,大部分患者可通过保守治疗得到缓解,但治疗均不彻底;对于临床表现十分严重、保守治疗无效的病例,手术治疗是一项重要选择。尽管交感型颈椎病的发病机制尚未明了,但颈椎失稳和神经压迫是其病理的基础^[17,18],所以手术的关键是减压和稳定。吴广森等^[19]运用颈椎前路椎体次全切钛网植骨融合钢板内固定术,临床治疗效果良好,术后交感神经症状改善有效率 95.65%,优良率 82.61%,JOA 评分术后较术前平均提升 4.1 分,神经功能恢复率达 83.6%。

7 钛质网笼植骨及带锁钢板在严重颈椎管狭窄中的应用

多数发育性颈椎管狭窄症患者通过后路椎管扩大成形术可获得较为满意的改善,但是若合并前方巨大椎间盘突出,因后路减压其硬膜囊后退让有限,单纯的颈椎后路单开门手术难以获得充分减压,对于这种病人常需联合前路减压才能彻底缓解症状。而对于那些因为外伤引起的多段椎性改变,导致椎管狭窄,脊髓压迫出现神经症状者,同样需要联合前路手术才可彻底减压缓解症状,这种方式临床上常称为颈椎前后联合入路手术。前路减压切除损伤的间盘或椎体,钛笼植骨或 Cage 植骨融合,带锁钢板固定,提供前路支撑结构。对于这些病例,前

路钛笼联合钢板正广泛用于临床。杜学平等^[20]联合前后路手术治疗外伤性颈椎管狭窄 12 例,植骨块术后 3.5 个月均获得骨性融合,颈椎活动基本恢复正常。因此,采用前路钛笼植骨融合钢板内固定联合后路单开门手术治疗这类严重的颈椎管狭窄症是一种较理想的手术方式。

8 钛质网笼植骨及带锁钢板应用中的常见缺陷及对策

8.1 增加了医疗费用 以前国内单椎体钛网费用占内植物总费用(钢板+钛网)的 40%~66%,但随着社会整体生活水平的提高,内固定器械成本的下降,医疗费用现已不是患者首要考虑因素,尤其是在沿海发达地区。

8.2 缺乏完善的融合效果评价手段 如何判定骨性融合是目前存在争议的一个问题,常用的 Bridwell 标准认为植骨周围与骨接触面有骨小梁形成或无透明带可以证明有骨融合发生。Eck 等^[21]认为普通平片虽然可以判断钛网周围有无透明带形成,却无法辨认钛网内部是否骨性融合。王冰等^[22]的临床研究应用 Bridwell 标准发现 3 例钛网周围形成透明带,但均未见钛网移位、松动或断裂,内固定无失败。有的学者通过颈椎动力位摄片来判断其是否融合;有的专家学者认为在目前采用了坚强内固定的情况下,MR 是判断骨性融合的最佳手段。但笔者认为 CT 检查对颈椎骨性结构和内植物的了解优于 MR,尤以三维重建图像更具指导意义。因此如何在重视临床疗效判定的基础上,研究出一种不单纯依赖影像学的评价技术,是目前众多学者研究的重点方向。

8.3 钛质网笼的下沉及钢板断裂 钛笼及带锁钢板应用在颈前路手术术后中远期间,钛笼下沉是潜在的并发症之一,其影响了植骨融合的效果以及导致一些如颈部疼痛等并发症,近年来国内外也有相关的报道^[13]。钛笼下沉的生物力学机制非常复杂,目前临床大多学者认为与钛笼的负荷、近邻椎体的接触面积、椎体的骨质强度、手术中钛笼的正确操作有关。为减少钛笼的下沉,在行颈前路减压固定手术时,开槽应尽可能宽以有利于安放直径较大的钛笼,裁剪钛笼时应权衡钛笼的长度,不能盲目追求恢复颈椎生理弧度而安放过长的钛笼,否则钛笼承受过度负荷,日后发生下沉的几率明显增加。植入钛笼时不宜安放太深,与椎体前缘平齐即可;并且必须选用确切固定牢固的全锁定前路钢板。蔡中香等^[23]对颈椎前路融合术后 12 例钛笼下沉临床分析中发现,术后佩戴颈托 6~8 周患者钛笼下沉率明显

低于佩戴 4 周者,提示术后严格佩戴颈托有助于预防钛笼下沉。最近还有学者报道通过放置垫圈以防止钛笼塌陷。从生物力学观点看,移植物下沉使钢板和螺钉界面应力增加,失去载荷均分效应,可发生螺钉松动、断裂,甚至钢板断裂,另外坚强内固定可发生应力遮挡效应,使椎间融合时间延长。为了避免上述负效应,以 Codman、Zephir、Premier 等为代表的半限制钢板及 DOC、ABC、C-Tek 等为代表的动力钢板系统相继出现并在临床中应用,但目前还未在临床上广泛推广,其确切效果尚有待研究。也许不久的将来,动力钢板及半限制钢板或将替代现在的锁定钢板。

8.4 对颈椎生理弧度的影响 目前临床上使用的钛笼多呈圆柱形,上下二端平行,按常规方法植入后极易出现减压节段间曲度变直问题,改变了颈椎的正常应力分布,从而加速了毗邻节段的退变,影响远期疗效,在颈椎多节段病变钛笼植入时更为明显,是目前临床需要解决的一个难题。Katsuura 等^[24]的研究指出颈椎前路减压融合术后颈椎和融合节段出现后凸则可促进邻近节段的退变。为解决这个问题,更好地重建颈椎生理弧度,可在术中将钛笼预弯成一定的弧度,则可以模拟正常椎间盘前高后低的形状,在一定的椎间撑开的情况下,可以有效地恢复颈椎生理弧度和手术节段椎间角度。有研究报道钛笼预弯组较非预弯组明显改善颈椎整体生理弧度。但在临床实践中,每个具体的患者究竟要恢复多少颈椎前凸度数,暂无相关文献报道,需要进一步深入研究。

9 展望

作为一种新的改良手术方式,钛质网笼联合锁定钢板固定,无疑是符合现代颈椎前路手术基本原则的最佳方案之一。此项技术固然存在着一些不足,如网笼植骨下沉、颈椎生理曲度改变、锁定钢板脱帽断裂等,但它确实克服了传统颈前路植骨融合的种种不足,提高了植骨的融合效果。我们相信随着科学的进步,器械的不断更新,临床医生的不断探索,其应用领域将不断扩大,手术并发症将不断减少。同时,半限制钢板的应用及颈椎生理弧度的影响,仍然是我们未来需要共同努力探讨的方向。

参考文献

- 1 Smith GW, Robinson RA. The treatment of certain cervical-spine disorders by anterior removal of the intervertebral disc and interbody fusion[J]. J Bone Joint Surg Am, 1958, 40 - A(3) :607 - 624.
- 2 Böhler J, Gaudemak T. Anterior plate stabilization for fracture-disloca-

- tions of the lower cervical spine[J]. Trauma, 1980, 20(3) :203 - 205.
- 3 袁文,贾连顺,戴力扬,等. AO 纯钛带锁钢板在颈椎前路固定的初步报告[J]. 中国脊柱脊髓杂志,1996,6(4) :161 - 163.
- 4 Narotam PK, Pauley SM, McGinn GJ. Titanium mesh cages for cervical spine stabilization after corpectomy: a clinical and radiological study[J]. J Neurosurg, 2003, 99(2 Suppl) :172 - 180.
- 5 Kanayama M, Hashimoto T, Shigenobu K, et al. Pitfalls of anterior cervical fusion using titanium mesh and local autograft[J]. J Spinal Disord Tech, 2003, 16(6) :513 - 518.
- 6 Tominaga T, Koshu K, Mizoi K, et al. Anterior cervical fixation with the titanium locking screw-plate: a preliminary report[J]. Surg Neurol, 1994, 42(5) :408 - 413.
- 7 袁文,贾连顺, Thalgot JS. 钛质网笼植骨及带锁钢板在颈椎前路手术中的应用[J]. 上海医学,1999,22(3) :140 - 142.
- 8 Kostuik JP, Connolly PJ, Esses SI, et al. Anterior cervical plate fixation with the titanium hollow screw plate system[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1993, 18(10) :1273 - 1278.
- 9 Thalgot JS, Xiongsheng C, Giuffre JM. Single stage anterior cervical reconstruction with titanium mesh cages, local autograft, and anterior plating[J]. Spine J, 2003, 3(4) :294 - 300.
- 10 李宏伟,鲍达,马远征,等. 前路钢板加钛网融合金属置入物治疗颈椎骨折脱位 23 例: X 射线及 1 年随访评价[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2009, 13(39) :7679 - 7682.
- 11 张琦,贺西京,白正发,等. 颈前路椎体次全切除钛网笼植骨内固定治疗下颈椎爆裂骨折[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(6) :476 - 477.
- 12 Farey ID, McAfee PC, Davis RF, et al. Pseudarthrosis of the cervical spine after anterior arthrosis. Treatment by posterior nerve-root decompression, stabilization, and arthrodesis[J]. J Bone Joint Surg Am, 1990, 72(8) :1171 - 1177.
- 13 刘国荣,布林,钟环. 脊髓性颈椎病椎体次全切除钛网笼植骨钢板内固定疗效观察[J]. 中国医疗前沿, 2008, 3(21) :66 - 67.
- 14 高国勇,镇万新,代成甫,等. Uniplate 钛板结合钛笼在单节段脊髓型颈椎病手术中的应用[J]. 中国医师进修杂志, 2010, 33(32) :10 - 12.
- 15 Johnson JP, Filler AG, McBride DQ, et al. Anterior cervical foraminotomy for unilateral radicular disease[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2000, 25(8) :905 - 909.
- 16 王长昇,林建华,许卫红. 自体骨植骨及钛质网笼植骨并颈前路减压治疗神经根型颈椎病 30 例回顾[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2007, 11(49) :9993 - 9997.
- 17 于泽生,刘忠军,党耕町. 颈椎不稳致交感型颈椎病的诊断和治疗[J]. 中华外科杂志, 2001, 39(4) :282 - 284.
- 18 何娟娟,王维华,吴毅文,等. 颈部脊柱部分结构的神经分布[J]. 中国临床解剖学杂志, 1989, 7(1) :3 - 5.
- 19 吴广森,马远征,陈兴. 前路椎体次全切除减压植骨融合内固定治疗交感型颈椎病[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2008, 18(4) :261 - 265.
- 20 杜学平,马宝军,张懋,等. 联合前后路手术治疗颈椎管狭窄症[J]. 宁夏医学杂志, 2010 32(9) :814.

- 21 Eck KR, Bridwell KH, Ungacta FF, et al. Analysis of titanium mesh cages in adults with minimum two-year follow-up [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2000, 25(18): 2407-2415.
- 22 王冰, 吕国华, 马泽民, 等. 前路病灶清除、钛网植骨融合及内固定治疗胸腰椎结核 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2004, 14(12): 724-727.
- 23 蔡忠香, 马永刚. 颈椎前路融合术后 12 例钛笼下沉临床分析 [J]. 生物骨科材料与临床研究, 2011, 8(1): 52-53.
- 24 Katsuura A, Hukuda S, Saruhashi Y, et al. Kyphotic malalignment after anterior cervical fusion is one of the factors promoting the degenerative process in adjacent intervertebral levels [J]. Eur Spine J, 2001, 10(4): 320-324.
- [收稿日期 2012-04-25] [本文编辑 谭毅 黄晓红]

新进展综述

慢性肺心病患者右心室功能超声评价研究进展

梁娜(综述), 谭毅(审校)

作者单位: 530021 南宁, 广西壮族自治区职业病防治研究院物理诊断科

作者简介: 梁娜(1976-), 女, 大学本科, 医学学士, 主治医师, 研究方向: 职业病超声检查与诊断。E-mail: nnyu2000@126.com

[摘要] 右心室功能在慢性肺心病的诊断和治疗中的意义日益受到关注, 目前临床可用于评价右心室功能的超声技术和方法包括二维超声心动图、M型超声心动图、多普勒超声、Tei指数、定量组织速度成像、应变和应变率显像、自动边缘检测技术、造影超声心动图、三维超声心动图等。该文对这些超声技术的研究进展进行综述。

[关键词] 超声; 慢性肺心病; 右心室功能

[中图分类号] R 445.1 [文献标识码] A [文章编号] 1674-3806(2012)09-0891-05

doi:10.3969/j.issn.1674-3806.2012.09.33

Progress of echocardiography in assessment of right ventricular function in patients with chronic pulmonary heart disease LIANG Na, TAN Yi. Department of Physical Diagnosis, Guangxi Occupational Diseases Prevention and Treatment Center, Nanning 530021, China

[Abstract] The significance of right ventricular function in diagnoses and therapy of chronic pulmonary heart disease is increasingly given attention. Now two-dimensional echocardiography, M-mode echocardiography, Doppler ultrasound, tei index, quantitative tissue velocity imaging, strain and strain rate imaging, automated border detection, contrast echocardiography, three-dimensional echocardiography are applied in evaluation of right ventricular function. The progress mentioned above is reviewed in this article.

[Key words] Echocardiography; Chronic pulmonary heart disease; Right ventricular function

慢性肺源性心脏病(简称肺心病)是首先累及右心室,使其功能受损的常见疾病之一。在解剖结构上,与左心室相比,右心室具有心室壁薄、心室腔几何形态复杂、相对表面积大等特点。肺循环是一个压力低、阻力低的循环系统,在整个循环系统中,右心室不只是一个被动地为左心室输送血液的循环通道,其功能还直接影响整个循环系统的功能。右心室本身的解剖结构及生理功能特点决定了肺心病主要以右心室功能受损为主。以往没有充分认识右心室的重要性,而且受检测方法的限制,右心室功能

一直没有得到准确的评价。随着检测手段的不断更新完善,右心室功能在慢性肺心病的诊断和治疗中的意义日益受到关注。与其它检查手段相比,超声具有无创、无辐射、安全、经济、便捷等优势,使其在临床中一直保持着不可替代的地位。本文就超声在慢性肺心病患者右心室功能评价中的研究进展综述如下。

1 二维超声心动图(two-dimensional echocardiography, 2-DE)

二维超声可以直观地显示右心室的形态、结构,