

单孔腹腔镜胃癌根治术的研究进展

李杨 王权 叶颖江 姜可伟

北京大学人民医院胃肠外科 100044

通信作者:姜可伟, Email:jiangkewei@pkuph.edu.cn

【摘要】 胃癌是全球常见的恶性肿瘤之一,在我国发病率较高,严重地威胁着人们的健康。腹腔镜胃癌根治性切除术是胃恶性肿瘤外科治疗的主要方式之一,其在临床中的应用已有近 30 年历史。随着微创理念的深化及患者对美容需求的不断提高,单孔腹腔镜技术应运而生。自 2010 年首次报道单孔腹腔镜胃癌手术以来,其手术安全性逐渐得到了初步证实,但此结果仍需前瞻性随机对照研究进一步验证。单孔腹腔镜胃癌手术与传统腹腔镜胃癌手术相比,具有创伤小、术后疼痛轻和术后恢复快等优势,因此备受外科医师青睐。同时,由于单孔腹腔镜胃癌根治术的学习曲线长、手术难度大、技术要求高,限制了其在临床应用中的推广。目前针对单孔腹腔镜胃癌根治术仍存在着难点、争议和困惑,本文将就此展开回顾和展望。

【关键词】 胃肿瘤; 腹腔镜技术,单孔; 根治术

基金项目:国家自然科学基金(81871962)

Research progress of single-incision laparoscopic radical gastrectomy

Li Yang, Wang Quan, Ye Yingjiang, Jiang Kewei

Department of Gastrointestinal Surgery, Peking University People's Hospital, Beijing 100044, China

Corresponding author: Jiang Kewei, Email: jiangkewei@pkuph.edu.cn

【Abstract】 Gastric cancer is one of the most common malignant diseases in the world, which has a high incidence in our country and threatens people's health seriously. Laparoscopic radical gastrectomy is one of the main methods of surgical treatment for gastric cancer, whose clinical application has a history of near 30 years. With the in-depth understanding of minimally invasive surgery and the improvement of patients' cosmetic demand, single-incision laparoscopic surgery has emerged. Since the first report of single-incision laparoscopic radical gastrectomy in 2010, its safety has been preliminarily confirmed. While this result still needs to be further verified by more prospective randomized controlled studies. Compared with traditional laparoscopic radical gastrectomy, single-incision laparoscopic radical gastrectomy has the advantages of less trauma, less postoperative pain and faster postoperative recovery. So it has been favored by surgeons. However, the steeper learning curve and difficult operation of single-incision laparoscopic radical gastrectomy limit its promotion in clinical applications. At present, there are still controversies and confusions in the single-incision laparoscopic radical gastrectomy. This article elucidates the advances and existing problems of single-incision laparoscopic radical gastrectomy.

【Key words】 Stomach neoplasms; Single-incision laparoscopic surgery; Radical gastrectomy

Fund program: National Nature Science Foundation of China (81871962)

自 1994 年日本 Kitano 教授首次报道腹腔镜辅助下远端胃癌根治术以来,腹腔镜胃癌根治术已历

经 27 年的发展,其手术适应证已从早期胃癌扩展至进展期胃癌^[1-4]。相较于传统的开腹手术,腹腔镜胃

DOI: 10.3760/cma.j.cn441530-20210507-00194

收稿日期 2021-05-07 本文编辑 万晓梅

引用本文:李杨,王权,叶颖江,等.单孔腹腔镜胃癌根治术的研究进展[J].中华胃肠外科杂志,2021,24(8):667-671. DOI:10.3760/cma.j.cn441530-20210507-00194.



癌手术具有术中出血少、术后恢复时间短、术后疼痛轻以及并发症少等优势,因此备受外科医师青睐。随着腹腔镜技术的逐渐发展,患者对美容需求的不断提高,以及加速康复外科和术后无管化等微创理念的深入,追求更加微创的操作成为外科医师的新关注点。这也促使腹腔镜手术由多孔手术向减孔、单孔,甚至无孔而经自然腔道进行手术的过渡与转变。1969年,Wheless^[5]成功开展了经脐单孔腹腔镜输卵管结扎术,这是单孔腹腔镜手术(single-incision laparoscopic surgery, SILS)首次应用于临床。此后,SILS陆续被应用于阑尾切除术和全子宫切除术等手术中^[6-7]。

SILS是基于更加微创、美观的医患需求应运而生的一种微创外科技术,它通过绕脐切口置入腹腔镜操作器械进行手术,术后仅在脐周留有难以辨认的手术瘢痕,因此又称“无瘢痕”手术^[8]。与传统多孔腹腔镜胃癌手术相比,SILS胃癌根治术具有手术创伤小、术后恢复快等优点,但也存在操作难度高、肿瘤学根治效果不明确和学习曲线可能更长等不可忽视的挑战。以“gastric cancer”、“stomach neoplasms”、“single-incision laparoscopic surgery”为关键词在PubMed数据库检索到的文献发表情况显示,近年,SILS在胃癌领域并没有得到快速发展和广泛应用,见图1。基于此,本文结合国内外近年SILS胃癌根治术的现状,对其技术可行性、手术安全性及有效性等问题进行综述,以期临床开展SILS提供参考。

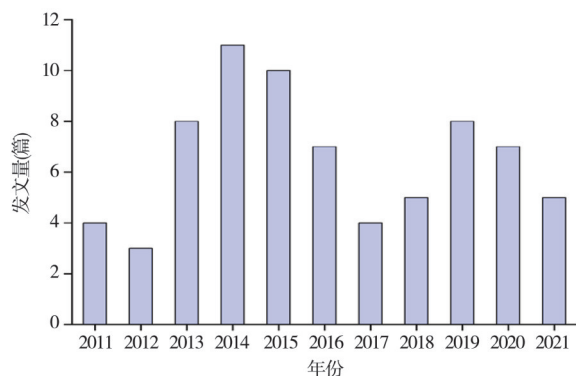


图1 在PubMed数据库检索到的单孔腹腔镜胃癌手术文献情况(截至2021-02-23)

一、SILS胃癌手术的发展

目前,腹腔镜胃癌根治术在临床中的应用已趋于规范化。随着医疗器械的进步,腹腔镜经验的积累和腹腔镜技术的提高,SILS有望成为更加微创的术

式。SILS的应用最早可追溯至20世纪60年代末^[5]。1992年,Pelosi等^[6]报道了阑尾SILS切除术。1997年,Navarra等^[9]开展了胆囊SILS切除术。2011年,日本Omori等^[10]开展了远端胃癌的SILS根治术。

SILS在我国的开展稍晚。朱江帆团队于2007年5月率先在国内进行了SILS肝囊肿开窗引流术,随后该团队又完成了SILS探查和SILS阑尾切除术,并利用自主研发的三通道套管技术成功完成了SILS胆囊切除术^[11-12]。在消化道恶性肿瘤方面,自2008年开展结直肠癌SILS以来,其在手术安全性和近远期预后方面,均表现出了令人满意的效果^[13-16]。在胃癌领域,2010年南京军区总医院(现为东部战区总医院)报道了早期胃窦癌的单孔腹腔镜远端胃次全切除术(D₁+α),并顺利完成Billroth-Ⅱ消化道重建,手术共耗时240 min,这是国内外首次将SILS应用于胃癌根治术的报道。同年,国内有学者报道了远端胃癌的SILS全胃切除术^[17-18]。自此,SILS技术在我国胃癌领域逐渐得到应用,历经10余年的发展,胃癌SILS在临床的应用得到一定的推广,但由于其技术难度较大及肿瘤学根治效果尚未被完全认可,其在发展过程中仍面临一些挑战。

二、SILS胃癌根治术的评估

1.SILS胃癌根治术的可行性及适应证:目前传统的多孔腹腔镜胃癌手术,在取出标本时,需另行上腹正中切口或绕脐切口供取标本用。SILS则利用绕脐切口进行手术,故而无需另行切口或延伸切口来取出标本,更符合微创理念的要求。近年,随着软式内镜、3D腹腔镜及可旋转式切割闭合器等腹腔镜器械的发展,SILS在胃癌手术中得到了进一步推广与应用。

关于胃癌SILS如何有效地进行淋巴结清扫以及消化道重建等关键性问题,既往文献已进行详细描述,如术中充分利用重力效用,通过不断地改变患者体位来保证术野理想暴露;消化道重建时选择Billroth-Ⅱ等操作相对简便的消化道重建方式^[19-20]。这些技巧可在一定程度上降低SILS胃癌根治术的难度。

虽然SILS在胃癌中的应用已有10余年的历史,但目前尚缺乏SILS胃癌根治术的适应证,针对其更加细化的手术适应证仍需更多的研究,建议可参考2021年中国医师协会微无创专业委员会外科单孔学组制定的“SILS+1”腹腔镜胃癌手术的适应证^[21]。对于初期开展SILS的外科医师,建议从远端胃癌根

治术开始,同时应严格把握可参考的适应证,如:(1)体质指数 $\leq 25 \text{ kg/m}^2$;(2)肿瘤位于胃窦或胃体;(3)无中上腹部手术史;(4)结合术前检查,依据第8版AJCC癌症分期手册,临床分期为 $\text{cT}_{1b-3}\text{N}_0\text{M}_0$ 。

2.SILS胃癌根治术的安全性及肿瘤学根治效果:众所周知,微创手术的主要目的是在不影响肿瘤学效果的前提下减少手术创伤,并提高患者的生活质量。因此,不但要考虑其可行性和适用性,还要对其手术安全性以及肿瘤学根治效果进行评估。虽然,SILS在其他癌种的手术中已被证实具有较好的肿瘤学效果^[22-23]。但因胃癌手术对淋巴结清扫有较高的要求,且在腹腔镜下完成消化道重建存在一定难度,学习曲线相对较长,进而限制了SILS在胃癌手术中的应用^[24]。

当前证据表明,SILS胃癌根治术具有较好的安全性。孔静团队早期实施的5例早期SILS胃癌D₂根治术患者,术后均未出现吻合口漏、出血和狭窄等并发症,24个月的随访期间未见肿瘤复发及远处转移^[25-26]。与此同时,韩国Ahn等^[27]在早期胃癌中亦得出类似结论。目前,国内外关于SILS胃癌根治术与传统腹腔镜胃癌手术比较的研究数量有限。已有研究表明,与传统多孔腹腔镜手术相比,SILS手术并未增加手术时间、术中出血量及围手术期并发症的发生率;同时胃癌SILS手术具备术后恢复快、术后疼痛轻、全身炎症反应轻和术后生活质量高等优势^[28-32]。

SILS胃癌根治术同时亦表现出了良好的肿瘤学根治效果。日本Omori等^[32]对I~III期胃癌患者进行了SILS胃癌根治术与传统腹腔镜胃癌根治术的比较,发现两者在获取淋巴结的数目上差异无统计学意义;两组的5年总生存率(93.7%比87.6%, $P=0.689$)及5年无复发生存率(90.0%比87.6%, $P=0.958$)的差异亦均无统计学意义。国内有关研究亦得出相似结论,提示SILS胃癌根治术与传统腹腔镜胃癌根治术后1年生存率及3年生存率的差异并无统计学意义^[28-29]。韩国Lee等^[31]的最新研究,比较了SILS与传统腹腔镜在早期胃癌远端胃癌根治术中的应用,结果提示,两者在所获取淋巴结数目和切除标本距肿瘤的远、近切缘距离方面,差异均无统计学意义,提示SILS可获得较高质量的手术切除标本。Lee等^[31]的经济学评估结果也显示,SILS及传统腹腔镜在总住院费用、手术费用、麻醉费用及药费等方面的差异无统计学意义。同时,SILS因

术者独立完成,故在人力成本方面明显低于传统腹腔镜组(151.7美元比480.6美元, $P=0.001$)。

综上所述,与传统腹腔镜相比,SILS的胃癌根治术在手术安全性、肿瘤学根治效果、手术成本方面均无差异。但当前研究为回顾性研究且样本量偏小,故而不排除偏倚存在的可能性,未来仍需更大样本的多中心随机对照研究的开展来探讨其有效性、安全性、实用性以及适用性^[28,31]。

三、SILS胃癌根治术的优势与局限

随着微创技术的引进及微创理念的不断深入,胃癌的手术治疗已经从开放手术发展至腹腔镜辅助手术、完全腹腔镜手术、机器人辅助手术及SILS。与传统腹腔镜胃癌手术相比,SILS具有非常明显的微创优势,它通过脐部隐蔽切口,美观效果更好,且此切口经过腹白线,几乎不会形成肌肉损伤及术后出血。因此,SILS胃癌手术具备术后疼痛轻、创伤小、术后恢复快、美观效果好、术后总体生活质量高、住院时间短及人力消耗少等方面的优势,更加符合现代加速康复外科的理念。

但是,由于受到操作孔数目的限制,缺少助手的协助,SILS在对术野的暴露及邻近脏器的牵拉方面存在一定困难。同时,因器械置入部位集中,操作空间狭小,难以形成操作三角,器械之间易相互干扰,容易发生碰撞从而影响操作,“筷子效应”明显。此外,器械与光源平行,容易形成“同轴效应”,影响术者对距离和深度的判断,从而增加手术难度。SILS胃癌根治术要求精湛的技术和精准的操作,学习曲线长,即便是具有数百例多孔腹腔镜胃癌手术经验的外科医师,也需要>30例的手术经验才能完成SILS胃癌手术的学习曲线^[33]。综上,SILS胃癌根治术对术者及其团队具有极大的挑战性。

四、总结与展望

SILS胃癌根治术相较传统腹腔镜胃癌手术具有创伤更小、术后疼痛更轻、恢复更快、美观性更好等优势。SILS胃癌手术操作难度大、对术者及助手要求高、学习曲线长,因此,SILS的应用须结合患者个体情况及手术团队的配合熟练程度,谨慎开展。术者及其团队应在具备大量多孔腹腔镜胃癌根治术操作经验的基础上,尝试开展SILS胃癌根治术。在实施SILS时应保持谨慎,特别是针对肿瘤分期较晚、存在手术困难的患者,要在保证手术安全性与肿瘤学根治效果的前提下进行SILS,坚决杜绝为追求切口微创而牺牲手术安全性及肿瘤学根

治效果。此外,不应只关注切口的微创,而忽视了腹腔内部的创伤及长时间麻醉状态对患者造成的隐形创伤。

虽然目前关于 SILS 胃癌手术的报道有限,且缺乏有效的随机对照研究结果,其使用适应证及操作规范尚未形成,但其在临床中的应用前景仍值得期待。目前由于腹腔镜设备的局限及手术技术经验的欠缺,SILS 主要应用于早期胃癌的手术治疗,未来其在进展期胃癌中的应用有待于技术的进一步发展。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] Kitano S, Iso Y, Moriyama M, et al. Laparoscopy - assisted Billroth I gastrectomy [J]. Surg Laparosc Endosc, 1994, 4(2): 146-148.
- [2] Kim HI, Hur H, Kim YN, et al. Standardization of D2 lymphadenectomy and surgical quality control (KLASS-02-QC): a prospective, observational, multicenter study [NCT01283893] [J]. BMC Cancer, 2014, 14: 209. DOI: 10.1186/1471-2407-14-209.
- [3] Hu Y, Huang C, Sun Y, et al. Morbidity and mortality of laparoscopic versus open D2 distal gastrectomy for advanced gastric cancer: a randomized controlled trial [J]. J Clin Oncol, 2016, 34(12): 1350-1357. DOI: 10.1200/JCO.2015.63.7215.
- [4] Katai H, Mizusawa J, Katayama H, et al. Short-term surgical outcomes from a phase III study of laparoscopy-assisted versus open distal gastrectomy with nodal dissection for clinical stage IA/IB gastric cancer: Japan Clinical Oncology Group Study JCOG0912 [J]. Gastric Cancer, 2017, 20(4): 699-708. DOI: 10.1007/s10120-016-0646-9.
- [5] Wheeler C. A rapid, inexpensive and effective method of surgical sterilization by laparoscopy [J]. J Reprod Med, 1969, 3(5): 65-69.
- [6] Pelosi MA. Laparoscopic appendectomy using a single umbilical puncture (minilaparoscopy) [J]. J Reprod Med, 1992, 37(7): 588-594. DOI: 10.1016/0020-7292(82)90136-9.
- [7] Pelosi MA, Pelosi MA 3rd. Laparoscopic supracervical hysterectomy using a single - umbilical puncture (mini - laparoscopy) [J]. J Reprod Med, 1992, 37(9): 777-784.
- [8] Marescaux J, Dallemagne B, Perretta S, et al. Surgery without scars: report of transluminal cholecystectomy in a human being. Archives of surgery (Chicago, Ill: 1960). 2007, 142(9): 823-827. DOI: 10.1001/archsurg.142.9.823.
- [9] Navarra G, Pozza E, Occhionorelli S, et al. One - wound laparoscopic cholecystectomy [J]. Br J Surg, 1997, 84(5): 695.
- [10] Omori T, Oyama T, Akamatsu H, et al. Transumbilical single-incision laparoscopic distal gastrectomy for early gastric cancer [J]. Surg Endosc, 2011, 25(7): 2400-2404. DOI: 10.1007/s00464-010-1563-3.
- [11] 朱江帆, 胡海, 马颖璋, 等. 用改良的器械实现腹壁无可见瘢痕的经脐入路腹腔镜胆囊切除术 [J]. 中国微创外科杂志, 2009, 9(1): 56-58. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6604.2009.01.021.
- [12] Zhu JF. Scarless endoscopic surgery: NOTES or TUES [J]. Surg Endosc, 2007, 21(10): 1898-1899. DOI: 10.1007/s00464-007-9551-y.
- [13] Remzi FH, Kirat HT, Kaouk JH, et al. Single-port laparoscopy in colorectal surgery [J]. Colorectal Dis, 2008, 10(8): 823-826. DOI: 10.1111/j.1463-1318.2008.01660.x.
- [14] Bucher P, Pugin F, Morel P. Single port access laparoscopic right hemicolectomy [J]. Int J Colorectal Dis, 2008, 23(10): 1013-1016. DOI: 10.1007/s00384-008-0519-8.
- [15] Katsuno G, Fukunaga M, Nagakari K, et al. Short-term and long-term outcomes of single - incision versus multi - incision laparoscopic resection for colorectal cancer: a propensity-score-matched analysis of 214 cases [J]. Surg Endosc, 2016, 30(4): 1317-1325. DOI: 10.1007/s00464-015-4371-y.
- [16] Huscher CG, Mingoli A, Sgarzini G, et al. Standard laparoscopic versus single - incision laparoscopic colectomy for cancer: early results of a randomized prospective study [J]. Am J Surg, 2012, 204(1): 115-120. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2011.09.005.
- [17] 江志伟, 黎介寿, 龚剑峰, 等. 自制经脐单孔腹腔镜装置进行胃肠手术的临床应用及营养管理 [J]. 肠外与肠内营养, 2010, 17(1): 5-7. DOI: 10.3969/j.issn.1007-810X.2010.01.002.
- [18] 吴硕东, 孔静, 田雨, 等. 经脐单孔腹腔镜早期胃癌手术一例治疗体会 [J]. 中华胃肠外科杂志, 2010, 13(11): 862. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2010.11.025.
- [19] Lee Y, Kim HH. Single - incision laparoscopic gastrectomy for gastric cancer [J]. J Gastric Cancer, 2017, 17(3): 193-203. DOI: 10.5230/jgc.2017.17.e29.
- [20] 金鹏, 田艳涛. 单孔腹腔镜胃癌根治术的治疗进展与争议 [J]. 腹腔镜外科杂志, 2020, 25(1): 1-3. DOI: 10.13499/j.cnki.fqjw.kzz.2020.01.001.
- [21] 中国医师协会微无创专业委员会外科单孔学组. 单孔加一腹腔镜胃癌手术操作专家共识(2020版) [J]. 腹腔镜外科杂志, 2021, 26(1): 7-12. DOI: 10.13499/j.cnki.fqjw.kzz.2021.01.007.
- [22] Velthuis S, van den Boezem PB, Lips DJ, et al. Comparison of short-term surgical outcomes after single-incision laparoscopic versus multiport laparoscopic right colectomy: a two - center, prospective case-controlled study of 100 patients [J]. Dig Surg, 2012, 29(6): 477-483. DOI: 10.1159/000346044.
- [23] Kim SJ, Ryu GO, Choi BJ, et al. The short-term outcomes of conventional and single-port laparoscopic surgery for colorectal cancer [J]. Ann Surg, 2011, 254(6): 933-940. DOI: 10.1097/SLA.0b013e318237826b.
- [24] Kunisaki C, Makino H, Yamamoto N, et al. Learning curve for laparoscopy-assisted distal gastrectomy with regional lymph node dissection for early gastric cancer [J]. Surg Laparosc Endosc Percutan Tech, 2008, 18(3): 236-241. DOI: 10.1097/SLE.0b013e31816aa13f.

- [25] 孔静, 吴硕东, 陈永生, 等. 经脐单孔腹腔镜手术用于早期胃癌 D₂根治术的临床体会[J]. 中华胃肠外科杂志, 2013, 16(2): 188-189. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0274.2013.02.026.
- [26] Kong J, Wu SD, Su Y. Transluminal single-incision laparoscopy radical gastrectomy with D2 lymph node dissection for early gastric cancer--primary experience with less invasive surgery in China[J]. J Laparoendosc Adv Surg Tech A, 2013, 23(2): 141-145. DOI: 10.1089/lap.2012.0332.
- [27] Ahn SH, Park DJ, Son SY, et al. Single-incision laparoscopic total gastrectomy with D1 + beta lymph node dissection for proximal early gastric cancer[J]. Gastric Cancer, 2014, 17(2): 392-396. DOI: 10.1007/s10120-013-0268-4.
- [28] 杨波. 经脐单孔腹腔镜与传统五孔腹腔镜胃癌 D₂根治术治疗早期胃癌患者的效果比较[J]. 中国民康医学, 2020, 32(22): 115-117.
- [29] 王家兴, 黄隆锴, 何庆良. 单孔腹腔镜胃窦癌根治术对患者围手术期免疫功能的影响[J]. 中华实验外科杂志, 2019, 36(7): 1295-1298. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-9030.2019.07.043.
- [30] 朱凯宁, 曹毅, 冯宗峰, 等. 经脐单孔腹腔镜与传统五孔腹腔镜远端胃切除术近期疗效及生活质量的前瞻性对照研究[J]. 腹腔镜外科杂志, 2020, 25(1): 35-41. DOI: 10.13499/j.cnki.fqjwz.2020.01.035.
- [31] Lee B, Youn SI, Lee K, et al. Comparing the short-term outcomes and cost between solo single-incision distal gastrectomy and conventional multiport totally laparoscopic distal gastrectomy for early gastric cancer: a propensity score-matched analysis[J]. Ann Surg Treat Res, 2021, 100(2): 67-75. DOI: 10.4174/ast.2021.100.2.67.
- [32] Omori T, Fujiwara Y, Moon J, et al. Comparison of single-incision and conventional multi-port laparoscopic distal gastrectomy with D2 lymph node dissection for gastric cancer: a propensity score-matched analysis[J]. Ann Surg Oncol, 2016, 23 Suppl 5: S817-S824. DOI: 10.1245/s10434-016-5485-8.
- [33] 黄华, 玄一. 单孔腹腔镜胃癌手术的现状与思考[J]. 中华消化外科杂志, 2020, 19(9): 957-960. DOI: 10.3760/cma.j.cn115610-20200818-00559.

·读者·作者·编者·

在本刊发表的论文中可直接使用的英文缩写名词

- | | |
|-------------------|----------------------------------|
| AJCC (美国癌症联合委员会) | MTT (四甲基偶氮唑盐比色法) |
| ASA (美国麻醉医师协会) | MVD (微血管密度) |
| ASCO (美国临床肿瘤协会) | NCCN (美国国立综合癌症网络) |
| ATP (腺苷三磷酸) | NF- κ B (核因子- κ B) |
| BMI (体质指数) | NIH (美国国立卫生院) |
| CEA (癌胚抗原) | NK 细胞 (自然杀伤细胞) |
| CI (置信区间) | OS (总体生存率) |
| DAB (二氨基联苯胺) | OR (比值比) |
| DFS (无病生存率) | PBS (磷酸盐缓冲液) |
| DNA (脱氧核糖核酸) | PET (正电子发射断层显像术) |
| ELISA (酶联免疫吸附测定) | PFS (无进展生存率) |
| EMR (内镜黏膜切除术) | PPH (吻合器痔上黏膜环切钉合术) |
| ESD (内镜黏膜下剥离术) | RCT (随机对照试验) |
| EUS (内镜超声检查术) | RNA (核糖核酸) |
| FBS (小牛血清) | ROC 曲线 (受试者工作特征曲线) |
| FDA (美国食品药品监督管理局) | RR (风险比) |
| FISH (荧光原位杂交) | PCR (聚合酶链反应) |
| HIV (人类免疫缺陷病毒) | SDS-PAGE (十二烷基硫酸钠聚丙烯酰胺凝胶电泳) |
| ICU (重症监护病房) | SPF (无特殊病原体) |
| IFN (干扰素) | TME (全直肠系膜切除术) |
| Ig (免疫球蛋白) | TNF (肿瘤坏死因子) |
| IL (白细胞介素) | TUNEL (原位缺口末端标记) |
| MHC (主要组织相容性复合物) | VEGF (血管内皮生长因子) |
| MMP (基质金属蛋白酶) | Western blot (蛋白质印迹) |
| MRI (磁共振成像) | WHO (世界卫生组织) |