Advances in Clinical Medicine 临床医学进展, 2025, 15(3), 1774-1779
Published Online March 2025 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/acm
https://doi.org/10.12677/acm.2025.153804

Hans汉斯

医用缝合线的研究进展

潘　江[1]，谢林海[2*]

[1]赣南医科大学第一临床医学院，江西　赣州
[2]赣南医科大学第一附属医院整形外科，江西　赣州

收稿日期：2025年2月19日；录用日期：2025年3月12日；发布日期：2025年3月19日

摘　要

随着工业科技的发展与伤口愈合理念、缝合技术的革新，缝合材料也在不断地更新，其材质、形态和功能表现出多样化，越来越迎合医患对缝合目的和效果的要求。本文就医用缝合线的发展及不同缝合线的特点作一综述，以期为外科医生选择合适缝合材料、尽可能地促进伤口愈合和减小瘢痕提供参考。

关键词

医用缝合线，可吸收缝合线，不可吸收缝合线

Research Progress of Medical Sutures

Jiang Pan[1], Linhai Xie[2]

[1]The First Clinical Medical College, Gannan Medical University, Ganzhou Jiangxi
[2]Plastic Surgery Department, The First Affiliated Hospital of Gannan Medical University, Ganzhou Jiangxi

Received: Feb. 19th, 2025; accepted: Mar. 12th, 2025; published: Mar. 19th, 2025

Abstract

With the development of industrial technology and the innovation of wound healing concepts and suture techniques, medical sutures are constantly being updated. Their materials, forms, and functions have become diverse, increasingly meeting the requirements of doctors and patients regarding the purpose and effect of sutures. This article reviews the development of medical sutures and their different characteristics, aiming to provide references for surgeons to select appropriate suture materials, promote wound healing to the greatest extent possible, and minimize scarring.

Keywords

Medical Sutures, Absorbable Suture, Non-Absorbable Suture

*通讯作者。

文章引用: 潘江, 谢林海. 医用缝合线的研究进展[J]. 临床医学进展, 2025, 15(3): 1774-1779.
DOI: 10.12677/acm.2025.153804

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

人们早已知道，裂开的伤口需要被合拢，伤口才有可能愈合。在古代时，人们起初会用亚麻、马鬃等物来缝合伤口，并且逐渐过渡到使用皮革、棉线来缝合伤口，之后很久一段时间内，肠线和丝线是主要的缝合材料[1]。随着工业科技的发展和临床认识的加深，各种新型材料加工制成的缝合材料在临床工作中大放异彩。对此，外科医生须掌握各种外科缝合材料的组织特性及优缺点，并针对不同的伤口选择最合适的缝合材料，来最大限度实现精确的伤口对合，以期获得最小的瘢痕。

2. 缝合线的要求

以前的缝合线仅仅是为了闭合伤口，然而其强度低、组织反应重的缺点，使其在医疗活动中经常出现许多的问题。而随着工业科技的不断发展和临床认识的逐渐加深，如今的医用缝合线往往拥有良好的生物相容性、适宜的强度和柔韧性并且易于操作，并且在此基础上有些缝合线还能够抗菌、促进愈合、甚至缓慢释放药物[2] [3]。

在关闭伤口时，所选的缝线必须能维持一定时间的张力，以免伤口裂开。不过同种缝线抗张强度越高时直径也越粗，这样势必会造成不必要的组织损伤，留下更明显的瘢痕，因此必须在缝合线的粗细和保持抗张强度间获得平衡。陈莹等[4]比较 3 种不同的缝线对 168 例乳腺炎患者术后伤口愈合及外观的影响时，发现同样是 3-0 缝线，钛镍记忆合金缝合线线结反应明显低于可吸收线组和丝线组，且该线术后患者对切口外观满意率也高于慕斯线组。由此也能反映出选择合适的缝线对切口产生的影响可谓不小。

3. 缝合线的降解特性

缝合线的降解方式影响着深层组织缝合材料的选择[5]。可吸收缝合线通常由哺乳动物的胶原蛋白制成，这些胶原蛋白最终被体内酶消化或水解降解[6]，其中水解作用产生的组织反应程度比酶促降解较小。

可吸收缝合线缝合伤口时，其抗张强度在前几周的下降是渐进的、线性的。在此期间，机体启动白细胞细胞反应清除细胞碎片和缝线材料。如果伤口感染或营养缺乏，抗张强度丧失过快，伤口可能会裂开[7]。

不可吸收缝合线在体内会引起组织反应，其邻近的巨噬细胞和异物巨细胞会逐渐将不可降解的缝合线包裹，形成一个相对稳定的状态。

4. 可吸收缝合线

可吸收缝合线，是指在规定时间内能够被人体组织降解吸收的一类缝合材料。主要可以分为天然可吸收缝合线及合成可吸收缝合线。

4.1. 天然可吸收缝合线

常见的天然可吸收缝合线有肠线、胶原蛋白缝合线以及壳聚糖类缝合线。

肠线取材于羊肠或牛肠中，故而来源广泛，并且成本低廉、制作工艺简单，是最早被利用的可吸收缝合线[8]。但其存在组织反应大、吸收不稳定的缺陷。在 20 世纪初，通过化学处理改进肠线的纯度和性能，降低了感染风险，但仍存在吸收时间不可控的问题[9]。

胶原蛋白缝合线来源于动物肌腱或皮肤中提取的纯化胶原蛋白，生物相容性，吸收时间较短。但胶原缝合线强度低，多应用于眼科、口腔科[10]。

20 世纪 70 年代，基于天然多糖的缝线开始研发，这是在甲壳类动物外壳如螃蟹壳和虾壳中提取的壳聚糖所制成的。壳聚糖通过甲壳素脱乙酰化获得，是由氨基葡萄糖和少量的乙酰氨基葡萄糖组成的天然氨基阳离子多糖，资源量丰富、价格低廉，具有抗菌、促进组织修复和生物相容性好等多种优良性能。将壳聚糖制成医用缝合线，有关实验[11]表明其在大鼠肌肉中约 4 个月被吸收，且在胆汁、尿液、胰液中抗张强度持久，没有观察到特定的组织反应，并且在临床研究中其急性毒性、致突变型等毒性试验结果均为阴性，还可以促进人体皮肤细胞纤维的生长，这些特性使其成为医用缝合线的良好候选材料。近几年，王东敏等[12]研发壳聚糖－纳米金可吸收抗菌手术缝线，通过体外实验和动物实验观察缝线的抗菌效果、抗炎效果、生物相容性、细胞毒性和组织修复效果，可望制备性能更佳的可吸收缝线。相信不久的将来，壳聚糖制成的医用缝合线能在临床中发挥出更多的作用。

21 世纪以来，材料纯化、加工工艺和涂层技术方面取得突破，使天然可吸收缝线吸收时间更可控，组织反应更低，开始更多应用于妇科、泌尿科和儿科等对生物相容性要求较高的领域。

4.2. 合成可吸收缝合线

合成可吸收缝合线是整形外科医生中最常用的缝合线之一，关于它的产生可以追溯到上个世纪 30 年代，当时合成出了聚乙交酯(polyglycollide)，但因其极易水解一直未被重视。直到 1962 年美国 Cyananid 公司才以其为原料制备出合成可吸收缝合线，并在 1970 年商品化。随后强生在 1972 年推出了聚乙交酯与聚乳酸(polylactate)的共聚物聚乙丙交酯(polyglycolide)缝合线[13]，商品名为薇乔，它在机体内通过水解吸收，2 周时仍有 75%，60 天左右完全吸收，因此可用于组织闭合。2003 年，又添加了广谱抗菌剂三氯生，使其具有一定抗菌效果[14]。使用含抗菌药物的缝线可以降低手术部位感染的风险，并且一系列案例表明其不会明显增加耐药性，故而在临床应用十分广泛，王秀婷[14] [15]将其应用于口腔软组织的缝合中，发现其引起的炎症反应更低。之后，有公司生产了与薇乔原始成分相似但经伽马射线处理的具有较低分子量的编织缝合线快薇乔，其 5 天抗张强度减少 50%，6 周完全吸收。魏晓红等认为其炎症反应小、瘢痕轻，尤其适用于剖宫产术后。这般合成可吸收缝合线及其衍生缝合线生物相容性好，无抗原性、组织反应性低，在缝合线领域迅速发展并沿用至今[16]。

1981 年，聚二氧六环酮缝线(PDS)首次获得美国 FDA 批准，成为第一种单丝结构的合成可吸收缝线。20 世纪 90 年代，聚二恶烷酮(PDS II)在 PDS 基础上改进，通过优化分子结构和制造工艺，进一步提升了缝线的柔韧性和强度，同时将吸收时间延长到了 6 个月。Nezhentsev 等[17]认为 PDS II 在肌腱修复手术中取得良好效果，并且该缝线在整形外科、胸心外科和眼科也备受青睐。

5. 不可吸收缝合线

不可吸收缝合线，是指在规定时间内人体组织无法降解吸收的一类缝合材料。它能够在较长时间内维持其强度，可按其来源分为天然不可吸收缝合线和合成不可吸收缝合线。

5.1. 天然不可吸收缝合线

很多过去使用的天然不可吸收缝合线都因各种各样的原因逐渐退出了历史舞台。目前，丝线是常用的天然不可吸收缝合线。这是由蚕丝的蛋白纤维经涂蜡等处理后编织制成的缝线，是使用最广泛的不可吸收线之一。丝线具有良好的抗张强度和柔韧性，并且来源广泛、经济实惠，但易吸附细菌[15]，从而导致伤口感染，所以还需要对丝线进行更多的研究来消除相关的缺点。丝线在人体内由异物组织反应介导

生物降解。缓慢渐进的酶降解会导致纤维的拉伸强度逐渐丧失[18]。

5.2. 合成不可吸收缝合线

合成不可吸收缝合线在临床工作中同样应用广泛。20 世纪 50 年代，随着高分子材料科学的发展，尼龙(polyamide)成为最早应用的合成不可吸收缝线，其显著降低了组织反应，并且强度、弹性良好。齐桓等[19]将其应用于创伤性尿道狭窄的术后修复，发现可以减少尿道损伤，避免假道形成。不过单股的尼龙缝合线有柔韧性较差、打结不够牢靠的缺点，这在实际医疗中需要被注意。

20 世纪 60~70 年代，聚丙烯(polypropylene)缝线和聚酯(polyester)缝线相继问世，进一步提升了缝线的强度、耐久度和生物相容性[20]。聚丙烯缝线性质稳定、强度高，组织反应低[21]，常用于心血管、整形和眼科手术等。需要注意的是，聚丙烯缝线打结时易滑脱，需要熟练的操作技巧，且其多以单股线的形式应用，会对脆弱组织造成切割作用。聚酯缝线主要以多股线形式应用，强度高、耐久性好，常用于骨科、眼科和需要长期支撑的组织缝合。

20 世纪 80 年代，聚四氟乙烯(polytetrafluoroethylene)缝线被引入，因其极低的组织反应和优异的生物相容性，成为血管外科的重要选择。龚光甫等[22]在 23 例心脏瓣膜成形术中使用聚四氟乙烯缝线进行人工腱索替换，术后平均随访 18.5 个月，瓣膜关闭不全完全矫正者 6 例，残留极轻度关闭不全 3 例，轻度关闭不全 7 例，仍有中度反流的 1 例为人工腱索过短所致，认为该方法可靠。

6. 特殊缝合材料

6.1. 带刺缝合线

在 20 世纪中叶，倒刺缝合线就被设计了出来，不过经过美国 FDA 首次批准的倒刺缝合线直到 2002 年才问世，这根 2-0 的 PP 倒刺缝合线当时被用于整形外科的面中部提拉手术[23]。之后，用于闭合伤口的倒刺可吸收聚二氧环己酮(PDO)缝合线也问世了，PDO 的生物降解性、生物相容性、强度及柔韧性都表现良好，被广泛用于医用缝合线[24]。需要注意的是，在一些倒刺线中，倒刺是通过缝合线切割而形成的螺纹产生而不是在缝合线芯中添加倒刺[25]，这样将减小功能直径而降低缝合线原有的拉伸强度。因此，选用该类倒刺线时应常规考虑较粗的缝合线，避免造成缝线断裂、伤口裂开等严重后果。

倒刺线的临床优势包括消除手术线结和线结相关并发症、提高缝合效率。其在传统和机器人泌尿外科手术以及腹腔镜妇科手术中都被证明是成功的[26]。Einarsson 等[27]对 3 年内进行的 138 例腹腔镜子宫肌瘤切除术进行回顾性研究，发现双向倒刺缝合线比常规可吸收缝合线表现更好，其手术时间和住院时间都比对照组显著更短。李亚东等[28]对 102 例腹腔镜胆总管一期缝合术的临床资料进行分析，倒刺线组术后缝合时间[(9.06 ± 2.81) min 比(16.16 ± 3.09) min]、术中出血量[(38.47 ± 8.43) mL 比(46.16 ± 6.52) mL]、术后住院时间[(4.88 ± 1.01) d 比(6.51 ± 1.39) d]均少于可吸收线组，病人就医满意度[(4.37 ± 0.77)分比(3.10 ± 0.72)分]均优于可吸收线组，差异有统计学意义($P < 0.05$)。陈立彬等[29]回顾性研究 46 例病理性瘢痕患者的病例资料，发现在皮下减张缝合中使用免打结倒刺缝线可显著提高瘢痕整形手术的效率。

6.2. 皮肤粘合剂

近些年，皮肤粘合剂受到了不少的关注，它可用于快速闭合低张力性伤口和儿童创伤性裂伤，在许多选择性乳房和腹壁手术中作为合适的伤口敷料[30]。LiquiBand 在临床试验中证明是快速有效的，并且易于应用[31]。之后经过技术升级出现的 Dermabond，可以应用于不平整的伤口，它能在 90 秒内聚合，然后 7 天左右会自然脱落。与前者相比，它具有两倍的抗张强度，可用于张力更大的伤口。李霜等[32]对 80 例外科手术患者进行随机对照研究，对照组患者(34 例)手术切口采用丝线缝合，观察组患者(46 例)手

术切口采用 Dermabond 皮肤粘合剂缝合，发现 Dermabond 皮肤粘合剂用于外科手术切口闭合效果良好，能有效缩短切口闭合时间，降低并发症及瘢痕形成发生率。

7. 总结

随着工业科技的发展与伤口愈合理念的更新，如今的医用缝合线不仅能闭合伤口，有的还可以抗菌、载药、促进愈合，有些特殊缝线如倒刺缝合线更是能够消除手术线结，提高缝合效率，而皮肤粘合剂则能取代缝合线进行高效的组织对合。但不同材质、种类医用缝合线在实际的医疗情境下仍然存在各自的缺陷和不足。对此，外科医生必须掌握各种缝合线的特性，只有这样才能在临床复杂多变的场景下快速选择出最适用的缝合线。

参考文献

[1] Gupta, V. (2024) Potential of Natural Plant-Based Materials in the Development of Biocompatible Drug-Eluting Surgical Sutures: A Review. *Biomedical Materials & Device*. https://doi.org/10.1007/s44174-024-00259-0

[2] Syukri, D.M., Nwabor, O.F., Singh, S., Ontong, J.C., Wunnoo, S., Paosen, S., *et al*. (2020) Antibacterial-Coated Silk Surgical Sutures by *ex Situ* Deposition of Silver Nanoparticles Synthesized with Eucalyptus Camaldulensis Eradicates Infections. *Journal of Microbiological Methods*, **174**, Article ID: 105955. https://doi.org/10.1016/j.mimet.2020.105955

[3] 王晓贺, 徐琳, 付丽. 整合诊疗功能的外科缝合线的研究进展[J]. 应用化学, 2024, 41(10): 1399-1408.

[4] 陈莹, 涂艺辉, 吴高松, 等. 不同缝线对肉芽肿性小叶性乳腺炎术后伤口愈合及美学效果的影响[J]. 组织工程与重建外科, 2022, 18(5): 406-408.

[5] Alabdulkarim, A., Shilash, O.M.B., Alanazi, N.F., Sawad, M.B., Alhusayni, M., Alresheedi, W., *et al*. (2025) Comparison of Incision Closure in Hand Plastic Surgery Using Non-Absorbable versus Absorbable Sutures: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Aesthetic Plastic Surgery*. https://doi.org/10.1007/s00266-024-04571-4

[6] Vakil, A.U., Petryk, N.M., Shepherd, E. and Monroe, M.B.B. (2021) Biostable Shape Memory Polymer Foams for Smart Biomaterial Applications. *Polymers*, **13**, Article 4084. https://doi.org/10.3390/polym13234084

[7] Claude, O., Grégory, T., Montemagno, S., Bruneval, P. and Masmejean, E. (2007) Vascular Microanastomosis in Rat Femoral Arteries: Experimental Study Comparing Non-Absorbable and Absorbable Sutures. *Journal of Reconstructive Microsurgery*, **23**, 87-91. https://doi.org/10.1055/s-2007-970188

[8] 陆远, 王祺, 王煦, 等. 医用缝合线纤维材料发展及应用[J]. 合成材料老化与应用, 2022, 51(3): 140-142.

[9] 胡煜雯. 不同可吸收性外科缝线的介绍和降解研究[J]. 中国医疗器械信息, 2019, 25(5): 50-51, 165.

[10] Byrne, M. and Aly, A. (2019) The Surgical Suture. *Aesthetic Surgery Journal*, **39**, S67-S72. https://doi.org/10.1093/asj/sjz036

[11] Pillai, C.K.S. and Sharma, C.P. (2010) Review Paper: Absorbable Polymeric Surgical Sutures: Chemistry, Production, Properties, Biodegradability, and Performance. *Journal of Biomaterials Applications*, **25**, 291-366. https://doi.org/10.1177/0885328210384890

[12] 王东敏, 马佩芬, 王永刚, 等. 壳聚糖/纳米金可吸收抗菌手术缝线的研发及应用研究[Z]. 兰州: 西北民族大学, 2020-07-15.

[13] Wang, X., Kluge, J.A., Leisk, G.G. and Kaplan, D.L. (2008) Sonication-induced Gelation of Silk Fibroin for Cell Encapsulation. *Biomaterials*, **29**, 1054-1064. https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2007.11.003

[14] 耿劲松, 冯哲, 鲍海妮, 等. 三氯生涂层缝线预防手术部位感染的效果评估[J]. 中国卫生资源, 2022, 25(2): 181-187.

[15] 王秀婷. 四种缝线在口腔软组织缝合应用效果的对比[D]: [硕士学位论文]. 大连: 大连医科大学, 2020.

[16] Dong, Z., Miao, Y., Cui, H., Huang, Q., Li, Y. and Wang, Z. (2021) Structural Evolution of Polyglycolide and Poly(Glycolide-*co*-Lactide) Fibers during the Heat-Setting Process. *Biomacromolecules*, **22**, 3342-3356. https://doi.org/10.1021/acs.biomac.1c00449

[17] Nezhentsev, A., Abhari, R.E., Baldwin, M.J., Mimpen, J.Y., Augustyniak, E., Isaacs, M., *et al*. (2021) *In Vitro* Evaluation of the Response of Human Tendon-Derived Stromal Cells to a Novel Electrospun Suture for Tendon Repair. *Translational Sports Medicine*, **4**, 409-418. https://doi.org/10.1002/tsm2.233

[18] 李燕书, 王海刚, 孟繁杰, 等. 不同缝线在腹腔镜下疝囊高位结扎治疗小儿斜疝的比较[J]. 中国微创外科杂志,

2013, 13(10): 879-880.

[19] 齐桓, 付晓幼. 医用尼龙线和改良软尿道扩张器在防治后尿道狭窄的应用[J]. 南方医科大学学报, 2006, 26(3): 369-370.

[20] Manfredini, M., Ferrario, S., Beretta, P., Farronato, D. and Poli, P.P. (2022) Evaluation of Breaking Force of Different Suture Materials Used in Dentistry: An *in Vitro* Mechanical Comparison. *Materials*, **15**, Article 1082. https://doi.org/10.3390/ma15031082

[21] 韩蓉. 聚丙烯缝合线的生物安全性评价[D]: [硕士学位论文]. 苏州: 苏州大学, 2010.

[22] 龚光甫, 胡建国, 尹邦良, 等. 膨体聚四氟乙烯缝线替换心瓣膜腱索[J]. 中华胸心血管外科杂志, 1999, 15(6): 333-334.

[23] Matarasso, A. and Ruff, G.L. (2013) The History of Barbed Sutures. *Aesthetic Surgery Journal*, **33**, 12S-16S. https://doi.org/10.1177/1090820x13498505

[24] Matarasso, A. and Paul, M.D. (2013) Barbed Sutures in Aesthetic Plastic Surgery: Evolution of Thought and Process. *Aesthetic Surgery Journal*, **33**, 17S-31S. https://doi.org/10.1177/1090820x13499343

[25] 王旭晨, 吴沁婷, 郑兆柱, 等. 医用缝合线的研究进展[J]. 安徽工程大学学报, 2020, 35(5): 1-11.

[26] Matarasso, A., Hurwitz, D.J. and Reuben, B. (2013) Quill Barbed Sutures in Body Contouring Surgery: A 6-Year Comparison with Running Absorbable Braided Sutures. *Aesthetic Surgery Journal*, **33**, 44S-56S. https://doi.org/10.1177/1090820x13498506

[27] Einarsson, J.I., Chavan, N.R., Suzuki, Y., Jonsdottir, G., Vellinga, T.T. and Greenberg, J.A. (2011) Use of Bidirectional Barbed Suture in Laparoscopic Myomectomy: Evaluation of Perioperative Outcomes, Safety, and Efficacy. *Journal of Minimally Invasive Gynecology*, **18**, 92-95. https://doi.org/10.1016/j.jmig.2010.10.003

[28] 李亚东, 李旺勇, 孙杰, 等. 可吸收单向倒刺缝线在老年腹腔镜胆总管一期缝合术 51 例中的应用[J]. 安徽医药, 2022, 26(7): 1364-1367.

[29] 陈立彬, 陈宗安, 马倩玉, 等. 免打结倒刺缝线在瘢痕整形手术中的应用[J]. 组织工程与重建外科, 2021, 17(1): 41-43.

[30] Scognamiglio, F., Travan, A., Rustighi, I., Tarchi, P., Palmisano, S., Marsich, E., *et al*. (2015) Adhesive and Sealant Interfaces for General Surgery Applications. *Journal of Biomedical Materials Research Part B*: *Applied Biomaterials*, **104**, 626-639. https://doi.org/10.1002/jbm.b.33409

[31] Ferrao, P., Mohideen, M. and Frey, C. (2008) Liquiband Surgical Tissue Adhesive Compared to Conventional Wound Management. *Orthopaedic Proceedings*, **90-B**, 466.

[32] 李霜, 张娟. Dermabond 皮肤粘合剂对外科手术切口愈合效果及美观度的影响[J]. 中国美容医学, 2020, 29(1): 134-136.