



“120万一针清零癌细胞”： 希望还是奢望？

裴磊

华中科技大学同济医学院

癌症，一度被视为“绝症”，让无数家庭陷入绝望。但如今，一种叫 CAR-T 的细胞疗法，正在悄悄改变这一局面。

28 岁的李晴（化名），患上淋巴瘤三年，尝试了各种治疗都无效。最终，她接受了 CAR-T 疗法，仅半个月，癌细胞几乎清零。副作用也比化疗轻得多，只是发烧几天。

听起来像奇迹，但现实却很扎心：这“一针”要价 120 万元，而且不在医保范围内。很多患者只能靠商业保险或参加临床试验，普通人根本负担不起。

CAR-T 疗法的原理并不复杂：医生从患者体内提取 T 细胞，改造后让它们变成识别癌细胞的特种兵，再回输到体内，精准打击癌细胞。它在治疗血液癌症中效果惊人，部分患者完全缓解率超过 80%，甚至有儿童白血病患者已无癌生存 13 年。

为何这么贵？

- 研发成本高，失败率也高；
- 每位患者都要定制，不能批量生产；
- 设备和材料多依赖进口；
- 单次生产成本就高达 60 万以上。

未来如何破局？

1. 技术升级：实现自动化和通用型 CAR-T，让它们能够像普通药物一样批量生产
2. 国产替代：降低设备和材料成本

DOI: 10.14218/MRP.2025.12091
通讯作者：裴磊 Email: 154948836@qq.com

3. 医保 + 商保联动：让更多人用得起新药

CAR-T 疗法是医学的一大突破，但真正的希望，不是“120 万一针”，而是让这种疗法走进千家万户，成为人人用得起的救命稻草。

一、CAR-T 疗法的原理与发展历程

嵌合抗原受体 T 细胞（CAR-T）疗法，作为近年来癌症免疫治疗领域的一项革命性突破，极大地拓展了人类对于免疫学、细胞治疗及精准医疗的认知。CAR-T 细胞疗法的核心原理，源自对人体 T 淋巴细胞的基因改造：科学家通过体外基因工程技术，将能够特异识别肿瘤抗原的嵌合抗原受体（Chimeric Antigen Receptor, CAR）导入患者自身 T 细胞，使改造后的 T 细胞获得精准识别并强效杀伤肿瘤细胞的能力（图 1）。这种方法绕过了肿瘤在机体免疫逃逸中的经典伪装机制，实现了对癌细胞的靶向清除与持久免疫控制。

CAR-T 技术的发展可以追溯至 20 世纪 80 年代 T 细胞受体及抗体工程的基础研究，1993 年 Eshhar 等人首次构建出原始型 CAR 分子，但第一代临床疗法迟迟未能在人体试验中取得突破，效果有限。进入 21 世纪，随着分子生物学与病毒载体技术的发展，第二代、第三代 CAR 结构陆续问世，并成功迈向临床。2012 年，首例接受 CD19 靶向 CAR-T 治疗的白血病患者获得长期缓解，这一里程碑事件引起了全球肿瘤

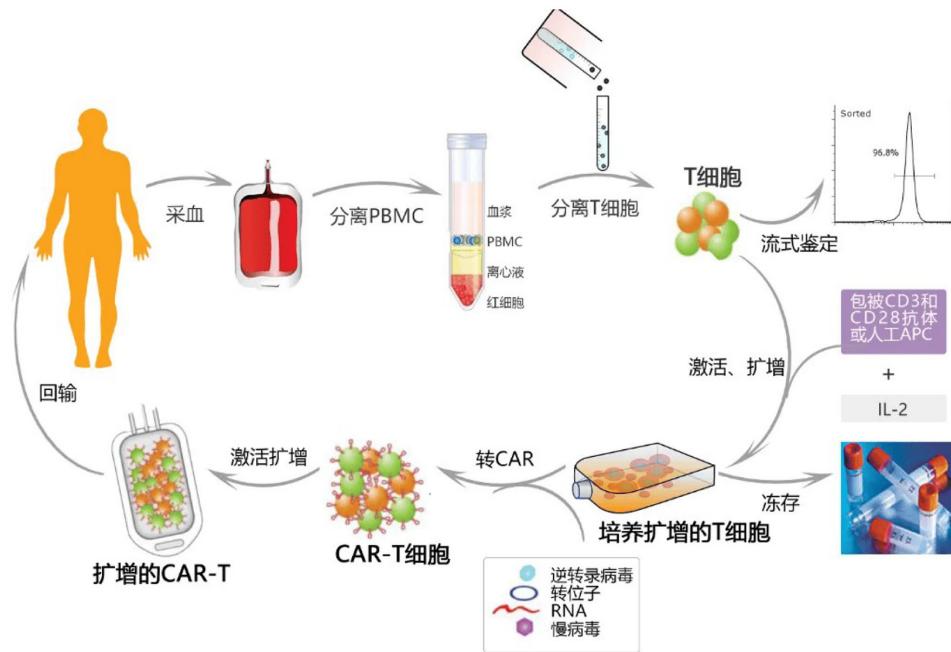
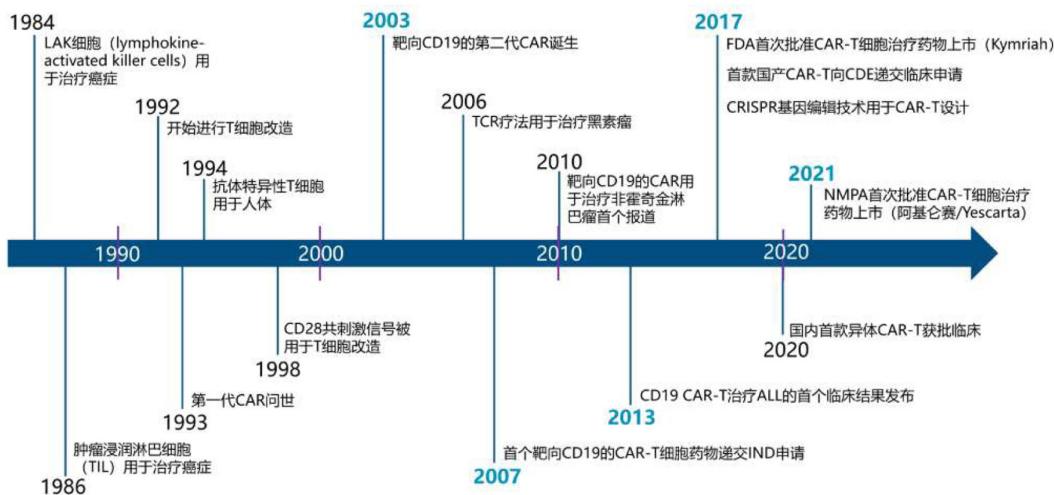


图1 CAR-T疗法的原理
(图片来自：全球重大突破！CAR-T治疗难治性红斑狼疮患儿取得历史性成果！_细胞_患者_改造).

表1. CAR-T细胞疗法发展历程时间表（涵盖其技术演进、临床突破与应用拓展）

时间	事件与进展	说明与影响
1987年	CAR-T概念首次提出	以嵌合抗原受体（CAR）为核心，赋予T细胞识别癌细胞的能力
90年代	第一代CAR-T研发	仅含CD3ζ信号域，识别癌细胞但抗癌能力弱，回输后易凋亡
2003年	Carl June团队开始研究4-1BB共刺激结构CAR-T	奠定第二代CAR-T基础，增强T细胞存活与活性
2012年	Emily Whitehead成为首位CAR-T治愈白血病患者	推动CAR-T进入公众视野，开启临床应用爆发期
2017年	首款CAR-T药物Kymriah在美国获批上市	标志CAR-T正式进入商业化阶段
2018–2021年	多款CAR-T产品陆续上市（如Yescarta、Abecma、Carvykti）	主要用于白血病、淋巴瘤、多发性骨髓瘤等血液肿瘤
2022年	中国已有6款CAR-T产品上市	标志着中国在CAR-T领域实现快速发展
2023–2024年	CAR-T在系统性红斑狼疮等自身免疫病中取得突破	CD19 CAR-T治疗SLE患者，缓解期超2年
2024年	Lifileucel成为首款获批的TIL疗法药物	过继细胞治疗（ACT）分支在黑色素瘤中取得进展
2025年	CAR-T向实体瘤拓展（如胃癌、脑胶质瘤、前列腺癌）	采用双靶点、局部注射等策略，突破肿瘤微环境限制
发展趋势	第三至第五代CAR-T技术持续演进	加入多重共刺激域、诱导因子、自杀开关、JAK-STAT通路等，提升安全性与疗效
应用拓展	涉及艾滋病、衰老相关疾病等非肿瘤领域	如M10细胞治疗HIV、靶向衰老细胞改善肺纤维化

注：CAR-T技术迭代已进入第五代，未来重点在于通用型CAR-T、自动化制备、国产替代与医保支持等方向。



数据来源：MSCLC官网, Anurag K Singh, et al. (2020) Lancet Oncol, PharmaGO®数据库, 药监局整理

图2 细胞免疫治疗与CAR-T细胞疗法发展历程
(图片来自：CAR-T细胞疗法研发现状与发展趋势_临床_中国地区_白皮书).

学界的极大震动，为CAR-T疗法打开了广阔前景。

美国FDA于2017年率先批准了诺华的Kymriah(tisagenlecleucel)和吉利德子公司Kite Pharma的Yescarta(axicabtagene ciloleucel)的两款产品，用于治疗复发难治性B细胞急性淋巴细胞白血病及弥漫大B细胞淋巴瘤，标志着全球首批CAR-T细胞疗法正式进入临床应用。中国在2019年开启本土CAR-T疗法注册临床试验，2021年复星凯特的阿基仑赛注射液(奕凯达，Yescarta中国版)获国家药监局(NMPA)批准，成为首款国产上市CAR-T产品，推动国内细胞治疗步入创新快车道。

纵观CAR-T疗法三十年发展史(图2)，从基

础科学到工程技术，从小规模临床试验到多中心、全球协作，CAR-T已成为精准医疗最具标志性的创新之一。今天，CAR-T不再只是科学家的尝试之作，而是逐步转化为实际临床应用、希望与争议并存的现实治疗方案。

二、临床应用与疗效数据

2.1. 血液肿瘤中的疗效与适应症拓展

CAR-T疗法目前在临幊上最为成熟且被广泛应用于血液系统恶性肿瘤，尤其以CD19靶向CAR-T

表2. 几款代表性上市CAR-T疗法的重要临床指标

产品名称	靶点	适应症	ORR (%)	CR (%)	主要不良反应	国家	上市时间
Kymriah (诺华)	CD19	ALL/DLBCL	81~83	45~58	CRS、神经毒性	美国/全球	2017
Yescarta (吉利德)	CD19	DLBCL	82	51	CRS、神经毒性	美国/全球	2017
阿基仑赛 (复星凯特)	CD19	DLBCL	83	52	CRS、神经毒性	中国	2021
奕凯达 (药明巨诺)	CD19	B-ALL	68~77	45~55	CRS、神经毒性	中国	2022
阿基仑丙赛 (恒润达生)	BCMA	复发难治性多发性骨髓瘤	72~100	33~74	CRS、感染并发症	中国	2022

【科研洞悉】

最为典型。这类产品在复发难治性急性 B 淋巴细胞白血病 (R/R B-ALL)、弥漫大 B 细胞淋巴瘤 (DLBCL)、滤泡性淋巴瘤 (FL) 等适应症中的疗效令人瞩目。例如，诺华 Kymriah 和吉利德 Yescarta 上市时的临床三期数据均显示，客观缓解率 (ORR, Objective Response Rate) 可达 80% 以上，完全缓解率 (CR, Complete Response Rate) 在 40% ~ 60% 区间，大幅超越传统化疗与免疫治疗方案。

中国本土的 CAR-T 产品也陆续取得突破。以复星凯特阿基仑赛注射液为例，2021 年注册临床数据显示，中国 R/R DLBCL 患者的 ORR 为 83%，CR 为 52%，中位无进展生存期 (PFS) 达到 6.8 个月，安全性与国际同类产品相当。此外，2022-2025 年期间，恒润达生、药明巨诺及齐鲁制药等多家企业先后获得 CD19、BCMA 等靶点 CAR-T 新药临床审批与上市许可，极大丰富了中国患者的治疗选择。

可以看出，无论是全球范围的先驱性产品，还是中国本土研发成果，CAR-T 在复发难治性血液肿瘤的疗效都远超传统治疗，为无药可用的患者带来了生的希望。客观缓解率高、完全缓解发生率明显提升，是推动其被誉为“超级癌症药”的最核心依据。

2.2. 真实世界数据与治疗安全性

近几年，CAR-T 治疗的真实世界数据 (Real-world Evidence, RWE) 为临床效果与安全性提供了进一步验证。大量实践显示：对于化疗失败、移植失败等极晚期患者，CAR-T 不仅提高了短期缓解率，还有相当一部分人获得长期生存；但同时，细胞因子风暴 (Cytokine Release Syndrome, CRS) 以及神经毒性等严重副作用仍须高度警惕，部分病例可危及生命，临床管理对此提出了更高要求。

以中国 CAR-T 治疗的全国多中心真实队列为例，CRS 发病率大致在 60%-90%，其中重度 (≥ 3 级) 约 10% ~ 20%，短暂中性粒细胞减少、脱靶效应、感染风险等问题仍存在。为此，国内外指南建议采用托珠单抗等抗 IL-6 药物、激素等干预措施，并加

强多学科协作管理。值得关注的是，2024-2025 年，国产 CAR-T 在安全性提升、自动化制备和副反应管理上已有显著进步。

2.3. 实体瘤与自身免疫疾病中的探索

CAR-T 疗法能否像在血液肿瘤领域一样，突破实体瘤甚至自身免疫性疾病，是细胞治疗的下一个高峰。实体瘤中，CAR-T 疗效相对有限，主要受制于肿瘤微环境免疫抑制、靶点异质性、T 细胞浸润障碍等瓶颈。不过，2023-2025 年，国内外临床试验显示某些新靶点 (如 CLDN18.2 在胃癌、GPC3 在肝癌、EGFRvIII 在脑胶质瘤) CAR-T 产品取得了初步客观缓解 (ORR 10%-50%)，呈现破冰态势。少部分患者获得完全缓解，有望带动实体瘤适应症的持续扩容。

更具前沿意义的是，CAR-T 细胞疗法已延伸至部分自身免疫疾病探索领域。如 2023 年发表的海外临床资料报道，一例严重全身性红斑狼疮 (SLE) 经 CD19 CAR-T 治疗后实现长期病情缓解，无严重副反应，为难治性自身免疫病的治疗打开新窗口。2024-2025 年中国也有初步试验正在推进，并关注其长期安全性与复发风险。

三、价格构成与成本分析

CAR-T 疗法在带来革命性希望的同时，“天价药”的标签为其大规模应用蒙上现实阴影。以目前中国上市的 CAR-T 产品为例，常规一次治疗费用约为 120 万元人民币；与美国、欧洲同类产品 30-40 万美元 / 次价格相近，是全球医疗费用最贵的治疗之一。

3.1. CAR-T 治疗费用构成解析

CAR-T 之所以价格极高，主要包含如下成本环节：

- 原材料与耗材费用：T 细胞的采集、分离、纯化及高端溶液、细胞培养器材、质控试剂等，

表3. 典型CAR-T治疗的价格构成

费用环节	占比（估算）	主要内容
原材料/耗材	15~20%	细胞采集、培养、溶液、实验室材料
基因修饰/扩增	15~20%	病毒载体、基因转染、细胞扩增设备
生产与质控	20~25%	GMP设施、认证、质控、人工、能耗
个体定制/物流	10~12%	个体化操作、样本/药品全程冷链运输
医疗服务	18~22%	住院、护理、检测、药物、危重并发症处理
创新溢价	10~20%	知识产权许可、企业利润、管理

费用庞大。

- **基因修饰与细胞扩增：**使用慢病毒或新型载体将 CAR 基因导入 T 细胞，涉及昂贵的生物反应设备、病毒制备车间等。
- **GMP 级别生产与质控：**全部操作需在严格的 GMP (药品生产质量管理规范) 环境下完成，生产周期长达 2~4 周，人工及合规成本极高。
- **个体化定制与冷链物流：**每名患者的细胞治疗须独立定制，跨地冷链运输增加费用。
- **住院、检测及管理费用：**CAR-T 治疗期间需要住院、持续检测、并发症管理 (如 CRS 干预用药)、专科护理团队，导致医疗环节成本居高不下。
- **创新和知识产权溢价：**关键专利技术、药企研发投入和审批费用亦显著抬高产品定价。

有定量分析指出，一个典型国产 CAR-T 疗程的直接生产成本约 30-100 万元，终端到患者则达 120 万元左右。

3.2. 患者实际负担与案例分析

正如《人民日报》等媒体报道的患者李晴、洪丽案例所示，高昂的 CAR-T 治疗费用目前完全由患者负担。大部分中国家庭为患者挽救生命，不得不倾尽所有，甚至出现“众筹治疗”“卖房看病”等极端现象，引发社会关注。媒体调研多位血液肿瘤患者发现，绝大多数家庭需多方举债或依赖亲友、公益基金，导致心理与经济双重压力剧增。且一旦出

现合并症、随访或二次治疗需求，费用更是难以承受。

整体而言，CAR-T 疗法的“高技术壁垒—高生产成本—高市场售价”逻辑，造成其对全民健康公平的巨大挑战。如何在保障企业创新激励和回本期的同时，通过政策、技术突破和国际合作降低终端费用，成为亟待解决的社会性议题。

四、技术进展与国产替代

4.1. 技术迭代推动新一代CAR-T升级

CAR-T 疗法自诞生以来，其技术迭代与升级可谓一日千里。经典的 CAR 结构由“抗原识别区—跨膜区—信号传导区”三部分组成。第一代 CAR 仅含 CD3ζ 信号，但活性有限；第二、三代 CAR 通过引入 CD28、4-1BB 等共刺激分子，极大增强了 T 细胞的扩增与存活能力，促进了临床疗效显著提高。

2022 年后，全球研究核心从结构优化逐步转向多靶点组合、自杀开关设计、通用 CAR-T、记忆 CAR-T、纳米抗体、靶向肿瘤微环境因子的创新类型。例如，通用型 CAR-T 突破自体取材难题，研发“立即可用”式异体细胞治疗，有望提升大规模工业化、批量化生产能力，切实降低成本。国内部分团队已实现基于 CRISPR 基因编辑的“自杀开关”功能，降低治疗相关致死危险。

2023-2025 年间，CAR-T 领域重大前沿创新如下：

- **新靶点开发：**BCMA (多发性骨髓瘤)、CLDN18.2 (消化系统肿瘤)、GPC3 (肝癌)

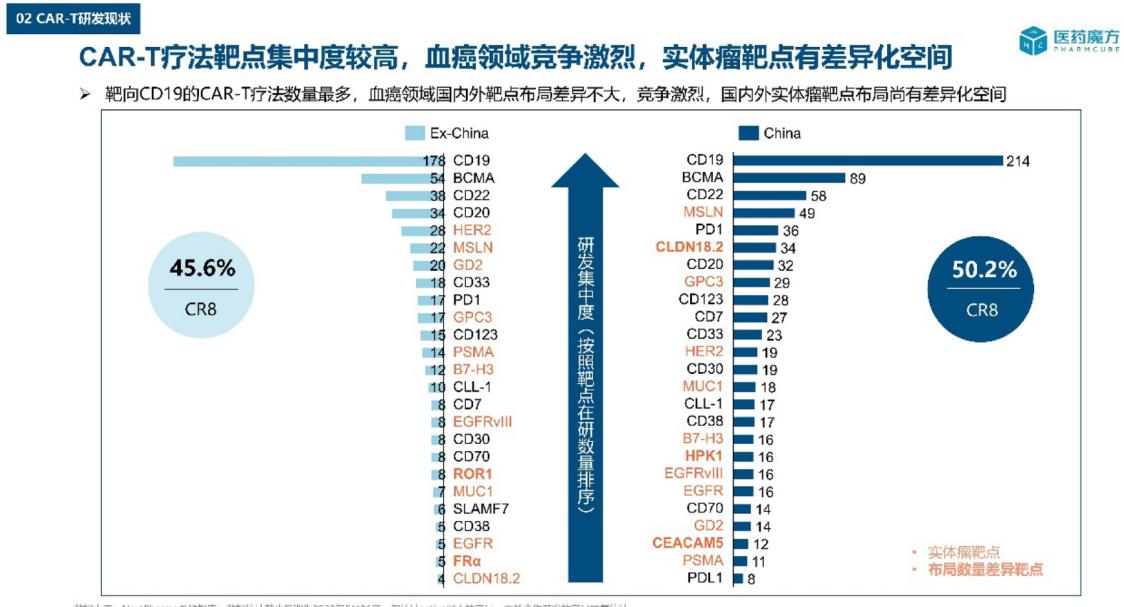


图3 CAR-T疗法的主要靶点
(图片来自：CAR-T细胞疗法研发现状与发展趋势_临床_中国地区_白皮书).

等开拓新适应症。

- **细胞制备工艺升级：**标准化、自动化流水线，使生产周期由4周缩短至7-10天，鲜活性更高。
- **纳米制剂与递送技术：**新型纳米抗体融合、溶瘤病毒伴随输注，提高肿瘤微环境穿透性。
- **基因安全开关 / 可控机制：**CRISPR 编辑的“自杀开关”，提升安全性与临床可逆性。

4.2. 国产CAR-T的研发与产业化现状

面对进口CAR-T产品技术壁垒与专利壁垒，中国制药企业、学术机构和资本早在2015年前后即陆续布局本土研发赛道。2021-2025年期间，以复星凯特、药明巨诺、恒润达生、齐鲁制药、康宁杰瑞等公司为代表的本土企业，已实现CD19、BCMA、CD20等主流靶点CAR-T从进口仿制到创新引领的跃迁（图3），推动中国本土CAR-T疗法实现量产上市，在全球CAR-T创新格局中占据了一席之地。

最新数据显示，2025年中国CAR-T独立在研项目超过300项，累计获批IND（新药临床申请）120+，覆盖大部分国际主流靶点和部分原创新靶点。

同类型国产产品已在三甲医院取得临床应用，与进口产品疗效、耐受性总体相当，价格略优。部分企业实现技术出口与国际临床合作，国产CAR-T出海趋势日益明显（图4）。

国产替代化带动了成本的局部下降，但受限于原材料、质控、物流等基础环节，整体终端价格降幅有限。2025年国内头部产品如阿基仑赛注射液、药明CAR-T等挂牌市价依然在80-100万元/次，但相较进口版本已下降近30%。

五、医保与商业保险政策

5.1. 国家医保政策进展：现状与痛点

CAR-T疗法高昂费用能否为患者所及，关键在于能否纳入国家医保体系。截至2025年9月，中国大陆尚无任何CAR-T细胞产品被正式纳入《国家医保目录》；全部费用需由患者自负，部分省市试点多元支付模型，但覆盖面仍极有限。

医保未覆盖的主要原因：一是价格过高，医保年度控费压力极大；二是尚无大规模、长周期真实

2016年起CAR-T疗法临床登记数量显著增加，中国临床登记呈现高活跃水平

- 早期中国地区CAR-T细胞疗法临床试验登记以IIT为主，中国地区临床数量占比较大，多中心临床数量较早期有所增加
- 临床数量增加提示可能有大量未满足的临床需求，但需注意细分适应症研发集中程度



图1 2013至2022年CAR-T细胞疗法中美及其他地区的临床试验登记数量统计
注：同时在中美展开的临床重复统计，多中心临床与中美、中美以外地区重复统计

数据来源：医药魔方-NextPharma®数据库

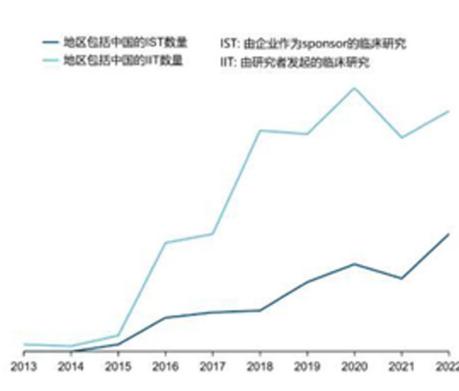


图2 2013至2022年中国地区CAR-T细胞疗法IST和IIT统计

图4 CAR-T疗法临床在研项目逐年变化趋势

(图片来自：CAR-T细胞疗法研发现状与发展趋势_临床_中国地区_白皮书)。

世界数据支撑支付决策；三是还涉及技术安全性、适应症限制、公共资源配置等多重权衡。部分专家呼吁比照瑞士、德国等国家，通过结果付费、风险分担等机制支持高价创新药早期纳入医保，但目前政策路径尚未明确。

2024-2025年，个别地区试点按病种付费和商业补充支付等模式。例如，北京、上海、广州提出对特定重症血液肿瘤患者给予“医疗救助+慈善捐赠”联合机制，小范围减轻部分患者负担，但远未形成全国性长远解决方案。

5.2. 商业保险与公益基金探索

为弥补医保空白，众多商业保险与健康管理机构尝试细胞治疗专项医疗险，按照实际发生费用一定比例（5-50万元）予以报销，甚至购买CAR-T专属医疗险，部分保险产品涵盖10-30万元理赔额度。不过由于险种设计门槛高、保额上限低、给付条件严苛，以及既往症、健康告知等限制，绝大多数患者很难完全依赖商业险覆盖全部治疗费用。

除此之外，一些公益基金、慈善众筹平台（如水滴筹、轻松筹）成为“天价药”患者的现实资金

来源。2024-2025年，部分国内一线肿瘤专科联合公益组织推出“患者援助计划”、药企捐赠等，旨在特殊困难群体中二次分配，但基数有限、可持续性堪忧。

5.3. 国际医保与支付创新借鉴

国外部分国家/地区已将CAR-T纳入公立医保体系。例如德国、英国、加拿大、日本分别基于条件性支付、真实世界数据回归分析和分阶段结算等模式，部分创新药以疗效挂钩付费为基础，不达缓解目标由药企部分退费，极大降低国家医保投入压力。中国学界、医疗支付系统正积极论证相关经验，但落地仍面临多重制度障碍和技术瓶颈。

六、适应症扩展与未来前景

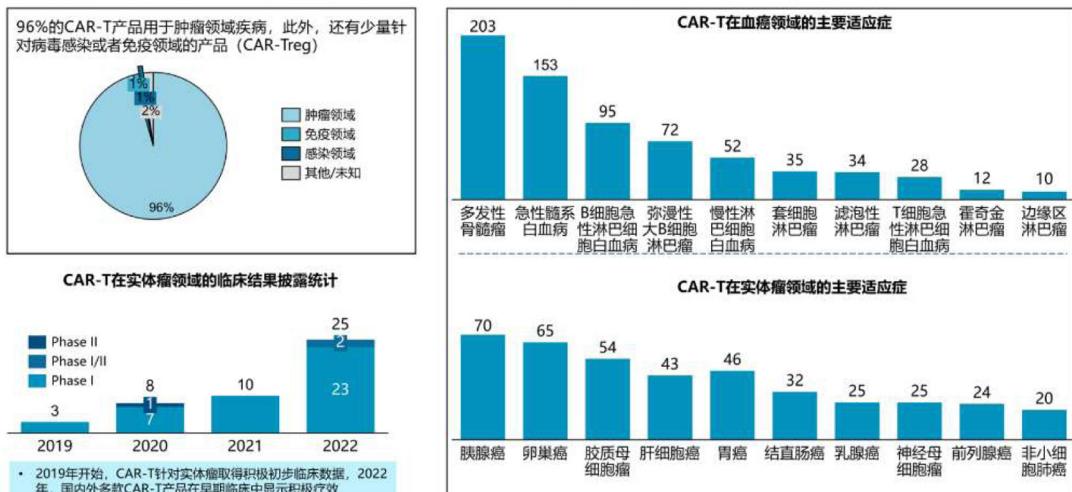
6.1. 适应症快速扩容：从血液瘤到实体瘤、自免病

2020年至今，CAR-T疗法已经从血液系统肿瘤扩展至新靶点、实体瘤及难治性自身免疫性疾病。如BCMA靶点CAR-T在多发性骨髓瘤中数据突出，

CAR-T疗法几乎全部用于肿瘤，在实体瘤领域已逐步显示出积极疗效

PHARMCUBE

➤ 96%的CAR-T疗法产品用于肿瘤领域疾病，血癌仍是主要研发领域，适应症扩展至实体瘤与感染、自免领域



数据来源：NextPharma多数据库。数据统计截止日期为2023年5月31日

图5 CAR-T疗法研究现状
(图片来自：CAR-T细胞疗法研发现状与发展趋势_临床_中国地区_白皮书).

首批产品于2022年国内上市。新近的临床进展表明，针对骨髓瘤、淋巴瘤、部分白血病的CAR-T覆盖率已大幅提升，罕见类型白血病、恶性浆细胞病变等纳入临床试验队列(图5)。

实体瘤方面，2024-2025年中国GPC3-CAR-T(肝癌)、CLDN18.2-CAR-T(胃癌)及EGFRvIII-CAR-T(脑部肿瘤)等多项临床试验取得积极成果，部分患者实现部分或完全缓解，为实体瘤大规模应用积累宝贵数据。

更具前瞻性的，是CAR-T细胞在自身免疫疾病治疗中的快速推进。临床研究显示，以中国为首的科研团队成功探索CD19、CD22等靶向CAR-T在系统性红斑狼疮、重症肌无力等难治性自身免疫病患者中的疗效，为未来“免疫重编程”治疗提供新范式。

6.2. 未来技术革新与产业格局趋势

CAR-T疗法正朝着“更安全/高效、更多靶点、更广适应症、更经济可及”方向持续进化。短期看，产品结构升级、生产自动化与标准化、国产替代深入，

将进一步降低成本。中长期，异体通用型CAR-T、纳米CAR-T、开关可控型CAR-T、靶向微环境等新策略有望解决实体瘤、免疫副作用等重大壁垒。同时，伴随真实世界数据的积累，为医保纳入和多维度风险分担模式提供决策依据。

产业方面，国内创新企业与跨国药企形成协同与竞合，部分龙头企业具备“自主研发—临床转化—生产商业化”一体化能力。头部资本加速涌入，国际多中心临床项目、技术授权及出口业务增多，中国CAR-T产业朝着“全球创新中心”的目标渐行渐近。

政策层面，随着国家战略新兴产业定位的确立、医保支付持续探索及伦理监管优化，未来有望出台更具包容性的创新药政策组合拳，促进“高价救命药”实现可持续惠民。公众、患者群体的科学认知也在快速提升，对风险收益、伦理挑战有更加理性和多元的诉求。

七、启示

CAR-T疗法以其救命稻草般的疗效与“天价药”身份，在舆论和医疗界引发巨大碰撞。《人民日报》

等主流媒体关注李晴、洪丽等患者的亲历故事，既展现了科学进步带来的生存奇迹，也揭示了科技红利与健康公平之间的现实鸿沟。

从临床创新角度看，CAR-T疗法的最大价值在于为无数晚期血液肿瘤患者开启了“治愈的窗口期”，部分人获得长达数年的无病生存。国产替代、本地转化让中国在国际创新竞赛中抢占先机，正逐步形成科研—产业—临床协同发展的良性循环。

从社会公平和全民健康角度看，CAR-T“极小患者获大收益”与“极高支付壁垒”共存，成为医疗可及性新挑战。高昂费用无医保报销，令绝大多数普通家庭难以承受，不仅影响患者生存权，也可能加剧社会心理焦虑。医保支付体系的创新——如疗效挂钩、风险共担、多元混合支持等——既需政策智慧，也急需科学数据支撑和社会共识。

从未来展望看，CAR-T生物医药是高科技、资本和政策多重驱动的典型案例。技术创新、适应症拓展和生产自动化将推动价格优化、普惠型CAR-T未来可期。实体瘤和自身免疫病领域的突破，会令大众切身受益。对于中国和全球公共卫生体系，这既是医疗进步的挑战，也是科技普惠精神的考验。

因此，CAR-T疗法不应被简单定性为“天价绝招”或“富人的希望”。科学家、企业、政策制定者、保险机构乃至社会大众，都应以理性、共建、包容心态，共同推动创新疗法进入可持续惠民新阶段。唯有科技进步和全民协作，方能把超级药物的光芒照进寻常百姓家庭生活的现实。

CAR-T疗法已成为医学、人文和社会三重维度

的重大课题。在突破性疗效与公平性挑战并存的今天，我们呼吁“创新驱动+政策保障+公众参与”共同发力，努力推进CAR-T等新生代救命药走向普及，让更多中国患者真正享受生命科学的进步，寻回希望。

参考文献

- [1] 全球重大突破！CAR-T治疗难治性红斑狼疮患儿取得历史性成果！_细胞_患者_改造。网址：https://www.sohu.com/a/815825982_121981583.
- [2] CAR-T细胞疗法研发现状与发展趋势_临床_中国地区_白皮书。网址：https://www.sohu.com/a/699686446_121094725.
- [3] 从“改造免疫细胞”到攻克癌症：CAR-T疗法 20 年进化史|抗原|实体瘤|特异性|肿瘤细胞_网易订阅。网址：<https://www.163.com/dy/article/KAFD6H530532CO9S.html>.
- [4] “一针根治”——CAR-T在自身免疫疾病中的应用 - 知乎。网址：<https://zhuanlan.zhihu.com/p/719589778>.
- [5] CAR-T细胞疗法生产制造全解析：如何突破技术围城？-知乎。网址：<https://zhuanlan.zhihu.com/p/1897666915356366365>.
- [6] 全球 CAR-T 细胞疗法临床试验全景解读|肿瘤|免疫|靶点|抗原|实体瘤|新适应症_网易订阅。网址：<https://www.163.com/dy/article/K7SG4FIA0532CO9S.html>.
- [7] 百万抗癌药有望进入商保目录，5款CAR-T疗法通过专家评审。网址：https://www.guancha.cn/economy/2025_09_25_791417.shtml.
- [8] CAR-T成本究竟是多少？在CAR-T细胞疗法的成本讨论中，首先需明确两个核心概念：企业价格与单纯制备成本。二者的构成差异直接决定了成本数值的... - 雪球。网址：<https://xueqiu.com/6766022291/347170982>.
- [9] 中国首个多中心商业化CAR-T真实世界应用数据发布，疗效与全球一致！_生物探索。网址：<https://biodiscover.com/industry/741751.html>.
- [10] 万物可CAR系列 | CAR-T技术5代发展史 - 知乎。网址：<https://zhuanlan.zhihu.com/p/667496729>.
- [11] Nature综述 | 长远来看，CAR-T疗法对患者的治疗效果到底如何？-知乎。网址：<https://zhuanlan.zhihu.com/p/625530363>.