

標題：癌症免疫療法的革命：喚醒體內神醫

前言：

癌症，一直以來被視為人類健康的重大威脅。傳統的治療方式，如手術切除腫瘤、化學治療、放射治療以及標靶治療，雖然在一定程度上確實延長了患者的生命，但也伴隨著副作用大、治療效果有限等挑戰。然而，隨著醫學科技的進步，一種突破性的治療方法—CAR-NK 免疫療法（嵌合抗原受體自然殺手細胞療法）正在改變我們對癌症治療的認知。

本文：

癌症一直都是導致人類死亡的一大罩門之一，但人類的醫療技術也不斷的成長，是否人類能跨越那座門檻，開闢新的道路呢？於是科學家們找尋到了，CAR-NK 免疫療法（嵌合抗原受體自然殺手細胞療法）。

CAR-NK 細胞療法就像是給我們身體裡原本就很厲害的「抗癌特種兵」—自然殺手細胞（NK 細胞）—裝上了更精準的「導航系統」和「武器升級包」，讓它們能夠更有效的找到並消滅癌細胞。這種療法在很多癌症治療上，已經取得了令人興奮的進展！

一、NK 細胞的天然使命

自然殺手（NK）細胞是人體先天免疫反應中的關鍵角色。與需要經過後天學習才能識別敵人的 T 細胞不同，NK 細胞擁有一種「天生神力」—它們無需事先接觸，就能直接識別並消滅癌細胞或病毒感染的細胞。這種與生俱來的能力，使其成為免疫治療策略的理想候選者，隨時準備在體內執行巡邏與清除任務

[1]。

CAR-T 細胞治療



方式：抽取並分離患者T細胞進行體外改造，再送回。
缺點：常造成明顯副作用，且需要複雜且昂貴的治療過程。

CAR-NK 細胞治療

以捐贈者NK細胞取代T細胞。
在研究中更進一步改造，以降低副作用、以及被自體免疫破壞的可能。

圖一：CAR-T 與 CAR-NK 兩者細胞治療的差別 [2]

二、CAR-NK 療法為什麼這麼「厲害」？

- 更安全：NK 細胞本身的特性(如上圖一所示)，讓它不像 T 細胞那麼容易引起身體的劇烈「細胞因子風暴」(免疫系統過度反應導致無差別的攻擊，攻擊器官、細胞，嚴重甚至導致休克)也就是說 CAR-NK 療法治療起來更溫和，病人的負擔小很多 [3]。
- 隨時「備戰」：CAR-NK 細胞可以用健康捐贈者的細胞來製造，可以大量生產後冷凍起來，等到病人需要時就能馬上拿出來用，就像現成的藥品一樣。這樣能大大縮短治療等待時間，救治急症病人 [3]。
- 「雙重攻擊」能力：CAR-NK 細胞不只會用新裝備 (CAR) 去攻擊癌細胞，還保留了它作為 NK 細胞本來就有的「本能」去殺傷癌細胞。這就像一個超級特種兵，不只會用高科技武器，連近身格鬥也一流，讓癌細胞更難逃脫 [3]。

三、當前的主要挑戰

目前，全球的科學家和醫生們都在努力，希望使 CAR-NK 療法變得更完美：

- 有限的體内存活時間：研究人員正在想辦法，讓 CAR-NK 細胞在病人體內活得更久，不會在尚未殲滅癌細胞前便自己能量耗盡 [1]。
- 來自宿主免疫系統的排斥：作為一種「異體」療法，現貨型的 CAR-NK 細胞可能被患者自身的免疫系統（如 T 細胞和 NK 細胞）識別為外來物並加以清除，因此可能還未找到癌細胞時便被患者的自體防禦機制消滅 [1]。

四、突破瓶頸的細胞基因工程

為了解決難題，科學家們正在開發創新的基因工程策略，從根本上強化 CAR-NK 細胞的性能。

1. 規避宿主免疫排斥

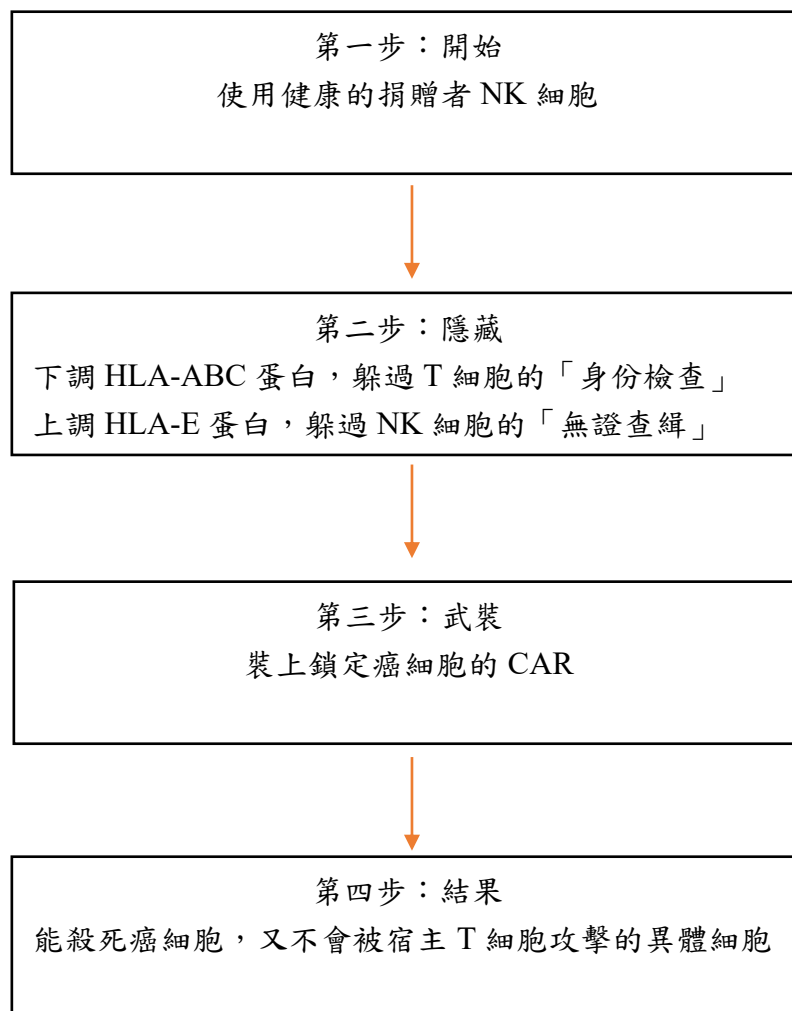
宿主免疫系統的排斥反應是異體 CAR-NK 細胞療法的一大障礙。宿主 T 細胞會攻擊帶有不匹配 HLA-ABC（人類白細胞抗原）蛋白的外來細胞，並視為是外來敵人；但如果完全移除 HLA 蛋白的表現，宿主的 NK 細胞又會將這些無 HLA 蛋白細胞視為「無身份標記」的威脅，進而摧毀它們 [4]。

因此麻省理工學院（MIT）與哈佛醫學院的研究團隊提出了一種巧妙的基因工程策略，實現了雙重「隱形術」（如下圖二所示）：

- HLA-ABC 蛋白下調：利用短髮夾 RNA（shRNA）技術，精準抑制 CAR-NK 細胞表面 HLA-ABC 蛋白的表現，便能使 T 細胞不易辨識出是「外來者」，進而不會遭到攻擊 [4]。
- HLA-E 蛋白上調：同時保留或上調 HLA-E 蛋白的表現，向宿主 NK 細胞發出「請勿攻擊」的信號，避免被 NK 細胞摧毀 [4]。

更簡單的來說，下調 HLA-ABC 蛋白，就是躲過 T 細胞的「身份檢查」；而

上調 HLA-E 蛋白，則是躲過 NK 細胞的「無證查緝」。兩者便能讓 CAR-NK 細胞成為像擁有哈利波特隱形斗篷般的不被敵人發現，卻又能悄悄的潛入。



圖二：打造「隱形」CAR-NK 細胞的基因工程程序 [4][6]

2. 提升細胞擴增效率與持久性

因 CAR-NK 細胞在存活時間上無法持久，導致任務尚未完成便衰亡，當中科學家使用了一種名為白血球介素-15(IL-15)的細胞因子，在 NK 細胞的發育、存活與活化中發揮了關鍵作用，也藉此克服了 CAR-NK 持久性的問題 [1]。

五、臨床研究的最新進展

近年來，CAR-NK 細胞療法在臨床研究中取得了令人高興的成果。例如，MD 安德森癌症中心開發了一種基於臍帶血的 CAR-NK 細胞療法，用於治療復發或者難治性淋巴瘤和白血病。初步臨床試驗結果顯示，該療法具有良好的安全性和有效性，患者的總體緩解率（ORR）達到 73% [3]。

此外，針對 HER2 陽性的實體腫瘤，研究人員將 CAR-NK 細胞注射到卵巢癌患者體內，發現腫瘤明顯縮小，患者的生存期也得到了延長。這些結果表明，CAR-NK 細胞療法不僅在血液腫瘤中表現出色，還有望在實體腫瘤治療中取得突破 [3]。

結論：

癌症免疫療法的出現，標誌著癌症治療進入了一個全新的時代。這場革命的核心在於治療理念的根本轉變——不再僅僅依靠外部手段摧毀癌細胞，而是通過喚醒人體免疫系統的潛能，讓身體自身成為抗癌的主力。這種方法不僅提高了治療的精準性和持久性，還減少了傳統療法帶來的副作用，為患者提供了更安全、更有效的選擇。CAR-NK 細胞療法作為一種新型免疫療法，憑藉其安全性高、生產成本低、對實體腫瘤滲透性好等優勢，為癌症治療帶來了新的希望。雖然目前仍面臨一些挑戰，但隨著技術的進步與臨床研究的推進，這些問題都將逐步得到解決方法。

我認為在未來中，CAR-NK 細胞療法有望成為一種普及且有效的癌症治療手段，徹底改變癌症治療的格局，造福更多患者。

另外癌症免疫療法的出現，也標誌著癌症治療進入了一個全新的時代。這場革命的核心在於治療理念的根本轉變——不再僅僅依靠外部手段摧毀癌細胞，而是通過喚醒人體免疫系統的潛能，讓身體自身成為抗癌的主力。這種方法不僅提高了治療的精準性和持久性，還減少了傳統療法帶來的副作用，為患者提供了更安全、更有效的選擇。

參考文獻：

- [1] B. L. H. W. T. L. & X. Z. Ran Kong, “CAR-NK cell therapy: latest updates from the 2024 ASH annual meeting,” 2025. [線上]. Available: <https://x.chu.edu.tw/G8FJ8S/>.
- [2] TiBIA, “【研究新知】基因改造的 CAR-NK 細胞，可望更有效殺死癌細胞,” 2025. [線上]. Available: <https://x.chu.edu.tw/K7GFJ8/>.
- [3] J. LO, “CAR-NK 細胞療法展現抗癌新希望,” 2025. [線上]. Available: <https://x.chu.edu.tw/WXB3R9/>.
- [4] A. Trafton, “Engineered “natural killer” cells could help fight cancer A new study identifies genetic modifications that make these immune cells, known as CAR-NK cells, more effective at destroying cancer cells.,” 2025. [線上]. Available: <https://x.chu.edu.tw/M93HVJ/>.
- [5] M. T. Y. Z. Y. J. Z. J. D. H. K. L. Y. Q. X. D. M. N. K. D. S. Y. A. K. A. T. K. C. J. R. R. R. & J. C. Fuguo Liu, “Selective HLA knockdown and PD-L1 expression prevent allogeneic CAR-NK cell rejection and enhance safety and anti-tumor responses in xenograft mice,” 2025. [線上]. Available: <https://x.chu.edu.tw/VNKBB6/>.
- [6] Felo(2025) 癌症免疫療法的革命：喚醒體內神醫
- [7] NotebookLM(2025) 癌症免疫療法的革命：喚醒體內神醫