



免疫系統的安全守衛 —調節性 T 細胞

自體免疫疾病如類風濕性關節炎或第一型糖尿病等，與過敏性疾病如氣喘或蕁麻疹等，皆因遺傳、環境、和免疫系統之間複雜的相互作用導致。一旦自體抗體或外來過敏原過度刺激，免疫系統可能因過度活化而失衡，引發病症。所幸人體具有一群功能獨特的 T 細胞亞群，積極維持免疫自身耐受性和免疫平衡：調節性 T 細胞（Regulatory T cells，簡稱 Treg 細胞）。

早在 1980 年代的研究就已注意到小鼠體內存在能抑制實驗性自體免疫疾病的 T 細胞。最終在 1995 年，京都大學坂口志文（Shimon Sakaguchi）團隊發現這群細胞為 CD25+CD4+ T 細胞。美國學者 Mary E. Brunkow 與 Fred Ramsdell 進一步發現這群細胞特殊性表達轉錄因子 FoxP3。這三位學者甫獲 2025 年諾貝爾生理醫學獎的殊榮。

人體天然的 FoxP3+Treg 細胞主要源於胸腺，或於外周，尤其是腸道粘膜中分化而成。此外，Treg 細胞也可在體外由一般 T 細胞誘導分化而成。Treg 細胞表面分子（CTLA-4、CD25、TIGIT、CD39 和 CD73）可直接經由細胞間接觸，抑制效應性 T 細胞或抗原表現細胞；或分泌細胞激素（IL-2、IL-10、TGF- β 和 IL-35）與分泌性或細胞內分子（granzyme、cyclic AMP 和 IDO）等介導，抑制過度免疫反應。過去 30 年來的研究成果已證實，Treg 細胞參與抑制針對自身、微生物和環境抗原的異常或過度免疫反應，並於胎兒與母體耐受、免疫代謝疾病（例如肥胖和動脈粥狀硬化）、伴隨免疫 / 發炎因素的退化性疾病、組織再生等，扮演關鍵作用。坂口教授稱之為免疫系統的“peacekeeper”——維持和平的部隊。

Treg 細胞極具臨床治療價值。以自體免

疫疾病或器官移植為例：於體外將自身 T 細胞轉化為 Treg 細胞後回輸體內，可顯著有效改善疾病治療效果，而不影響整體免疫功能，且副作用遠低於傳統免疫抑制劑；相反的，在癌症治療方面：癌細胞常偽裝為自我，聚集 Treg 細胞，抵抗免疫攻擊。利用結合基因及細胞治療的 CAR-T 治療法，降低腫瘤附近的 Treg 細胞，可解鎖殺手 T 細胞，再搭配現有的免疫標靶治療，將大幅提升治癒率。

如何以天然的方法，幫助 Treg 細胞穩定運作呢？研究顯示：均衡的健康脂肪與高纖飲食，與富含維生素 A、B7、D，元素鎂、硒、和鋅的食物，可透過直接影響 Treg 細胞功能，和間接影響腸道微生物群而促進腸道 Treg 細胞的發育；反之，高脂肪、精緻糖與加工食品、食品添加劑和污染物會產生負面影響與阻礙其調節功能。希望經由 Treg 細胞的認識，讓自體免疫、過敏性疾病、與器官移植的病人能與疾病「和平相處」，改善疾病的控制並降低類固醇與免疫抑制劑的副作用。

作者介紹

過敏免疫風濕科

呂聆音 主治醫師



【現職】

- 高雄榮總過敏免疫風濕科主治醫師
- 國立中山大學學士後醫學系兼任助理教授
- 部定助理教授

【學歷】

- 中國醫藥學院醫學系
- 美國 Brigham and Women's 醫院及哈佛醫學院進修自體免疫疾病分子免疫學

【專長】

全身性紅斑性狼瘡 / 血管炎 / 免疫風濕疑難雜症