

# 狂犬病疫苗在狗體內產生之免疫反應

免疫反應共有兩類：(1) 抗體免疫反應、(2) 細胞免疫反應。

## 一、抗體免疫 (Humoral Immunity)

- 主要機制：狂犬病疫苗的病毒抗原 (通常是死毒抗原) 會活化和增殖狗狗的 B 淋巴細胞。活化的 B 淋巴細胞會分化為漿細胞，漿細胞大量產生抗狂犬病病毒的特異性抗體，主要是免疫球蛋白 G (IgG)。

- 作用方式：

- 中和病毒：這些特異性抗體可以直接與狂犬病病毒表面的蛋白結合，阻止病毒吸附並進入宿主細胞，以抑制病毒的感染能力。

- 調理作用 (Opsonization)：抗體可以標記病毒，使吞噬細胞 (如巨噬細胞) 更容易識別和吞噬並殺死病毒。

- 抗體依賴性細胞毒性作用 (Antibody-Dependent Cell-mediated Cytotoxicity, ADCC)：抗體結合到病毒感染的細胞表面後，可以通報自然殺手細胞 (NK 細胞) 等免疫細胞過來，釋放細胞毒性物質，殺死被感染的細胞，使病毒死亡。

- 特性：狗狗血液內的抗狂犬病抗體力價，是評估指標之一。

## 二、細胞免疫 (Cellular Immunity)

- 主要機制：疫苗內的病毒抗原會被免疫系統之抗原呈現細胞 (如樹突狀細胞) 攝取和處理，然後將病毒抗原之關鍵結構給 T 細胞。

- 作用方式：

- Helper T cells, CD4+ T cells：活化的 Helper T 細胞會釋放細胞激素 (如 Interferon- $\gamma$ 、interleukin-2 等)，這些細胞激素可以增強 B 淋巴細胞之抗體產生能力，活化 T 細胞殺病毒的毒性，增強巨噬細胞的吞噬力和殺傷力。

- Cytotoxic T lymphocytes (CTLs), CD8+ T cells：活化的 CTLs 等細胞可以識別並直接殺死被狂犬病病毒感染的狗狗細胞；這些細胞會釋放穿孔素(perforin)和顆粒酶(granzyme)等物質，使被感染的狗狗細胞膜損傷致使細胞凋亡。

- 特性：雖然抗體免疫在預防感染方面扮演重要角色，但細胞免疫對於清除已經感染的細胞，限制病毒在體內的擴散，以及建立長期的免疫記憶等作用更是重要。臨床上有時見到某些狗狗的抗體力價不高，但仍能耐過高劑量狂犬病強毒之感染試驗。

## 總結

狗狗接種狂犬病疫苗後，會同時激發體內的抗體免疫和細胞免疫反應。抗體免疫之作用是通過中和病毒、調理作用和 ADCC 來阻止病毒感染和清除病毒；細胞免疫則是通過 Helper T cells 的細胞激素分泌，以及活化 T 細胞殺病毒的功能，直接殺死被病毒感染的細胞。這兩種免疫反應互相協助，為狗狗提供了狂犬病病毒的全面保護。 END