

OPERATION: 第X话【体液免疫： HUMORAL IMMUNITY 名为抗体的羁绊】

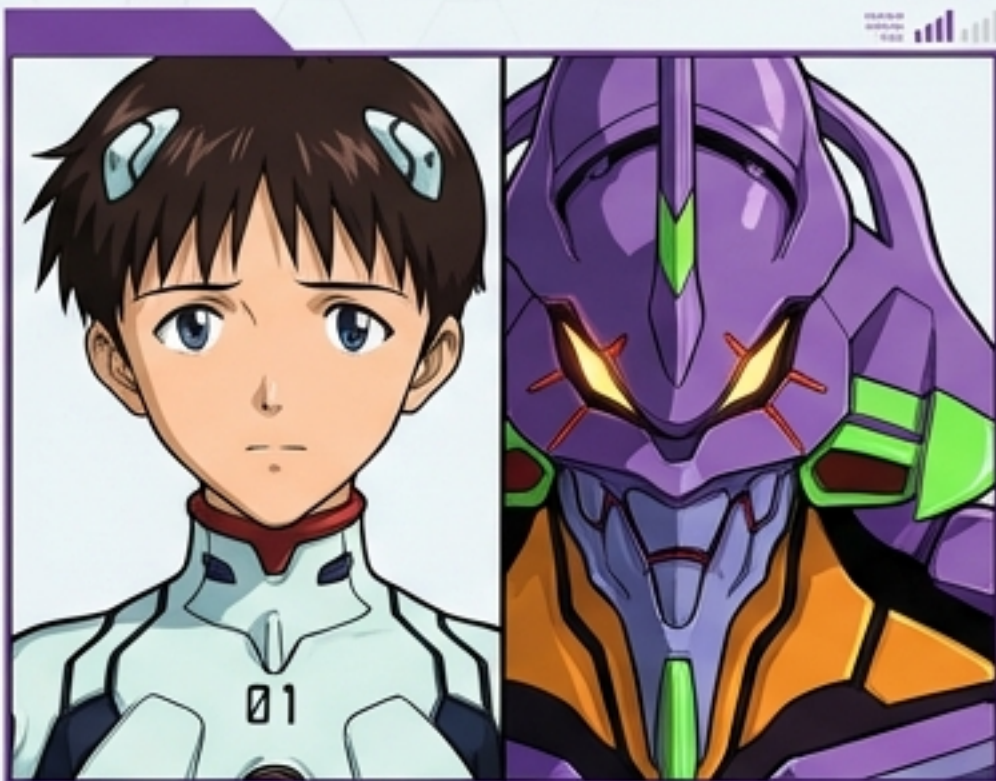
SYSTEM STATUS: ALERT

SYNC RATIO: 89.7%

SYSTEM STATUS:
ALERT

SYNC RATIO: 89.7%

行动档案：驾驶员与对应单位 (OPERATIONAL FILE: PILOTS & ASSIGNED UNITS)



碇真嗣 (Shinji Ikari)

对应单位：

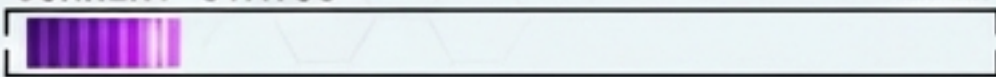
初始B细胞 (Naive B-Cell)

简介：被动，等待激活。拥有进化为最强战力（浆细胞）的潜力。

POTENTIAL



CURRENT STATUS



明日香 (Asuka Langley)

对应单位：

初始辅助T细胞 (Naive T-Helper Cell) -> Th2细胞

简介：指挥官。负责发出指令（细胞因子），激活B细胞部队。

AGGRESSION



TACTICAL ACUMEN



绫波零 (Rei Ayanami)

对应单位：

巨噬细胞 (Macrophage)

简介：先锋与情报分析员。吞噬并呈递抗原，激活T细胞。

EFFICIENCY



AUTONOMY



警报：使徒入侵GEOFRONT (ALERT: ANGEL INTRUSION IN GEOFRONT)

SYSTEM ALERT:
INTRUSION DETECTED

ARTICER COUNT
825Y0

DATA STATION
ARTICER COUNT: 825Y0

GEOFRONT // SECTOR 7G // LYMPH NODE

SECTOR 7G STATUS: CRITICAL

ARTICER
COUNT
825Y0

DATA STATION
ARTICER COUNT: 825Y0

SYSTEM ALERT:
INTRUSION DETECTED

ARTICER COUNT:
825Y0

DATA STATION
ARTICER COUNT: 825Y0

葛城美里 (Misato Katsuragi)

“警报！大量不明物体侵入GeoFront！
确认为游离抗原 (Free Antigen) 类型！”

淋巴结 (Lymph Node)

赤木律子 (Ritsuko Akagi)

这是体液免疫的主要打击对象。
初号机 (Naive B-Cell) 正在该区域待机。

SYSTEM ALERT:
INTRUSION DETECTED

ARTICER COUNT:
825Y0

DATA STATION
ARTICER COUNT: 825Y0

随机接触与目标捕获 (RANDOM CONTACT & TARGET ACQUISITION)



碇真嗣 (Shinji Ikari):
“这是什么……？有什么东西撞上来了？”



BCR 受体
(BCR Receptor)

抗原
(Antigen)

16:9

SADG299C0RTD0A0B0W00S89D0JH
D00X00E0V0S0V0K0H0A0F0M
S0U0S0G B0R0D4 C0R5S0V0S0V0R0H0D0P000A0R0H
D016A16M0V0Y 2000C10K0T0G0R

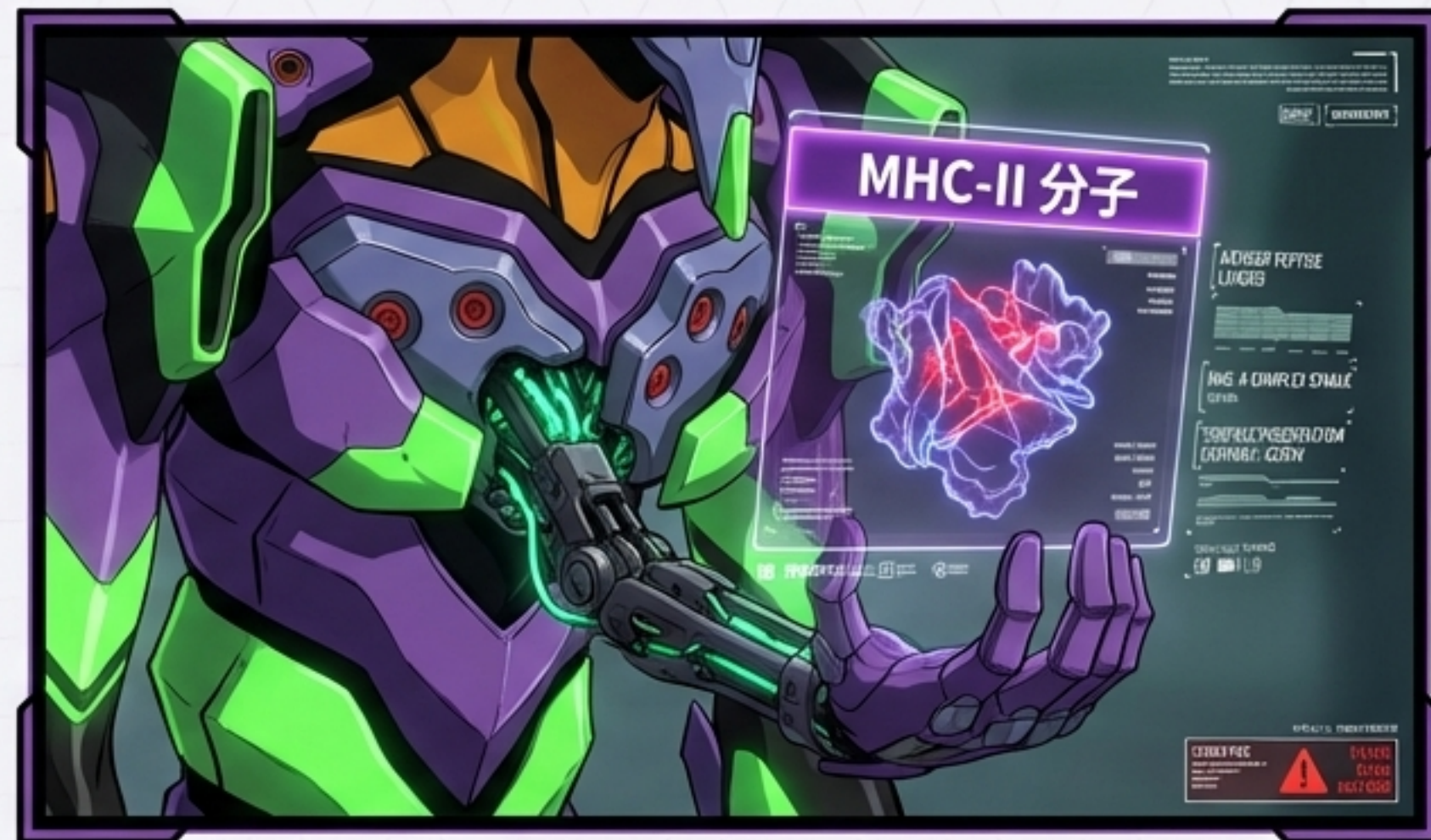
赤木律子 (Ritsuko Akagi):
“是**随机接触** (Random Chance)。初号机表面的**IgD/BCR受体**经过**基因重组** (Recombination)，使其能够捕捉到特定的抗原信号！”



抗原处理与信息呈递 (ANTIGEN PROCESSING & PRESENTATION)



>> 目标捕获...正在进行内部解析...生成内体 (Endosome)...



赤木律子 (Ritsuko Akagi)：“很好。初号机利用 **MHC-II分子** 将抗原信息呈递到了细胞膜表面。”



状态更新：B细胞完成抗原呈递，等待激活指令。

另一战线：情报处理单元 (THE OTHER FRONT: INTELLIGENCE PROCESSING UNIT)



綾波零 (Rei Ayanami):
“抗原处理完毕。MHC-II (特异性)
与 MHC-I 准备就绪。”

NERV

STATUS: ANALYSIS COMPLETE

DATA TRANSFER: READY



ALERT: UNIT-02 DOCKING REQUIRED

TACTICAL

ALERTS:

葛城美里 (Misato Katsuragi):
“二号机 (Naive T-Helper),
立刻与零号机进行数据对接!”



STATUS:
ANALYSIS COMPLETE
DATA TRANSFER:
READY

MHC-I 准备就绪
MHC-I

MHC-II (特异性)
准备就绪
MHC-II

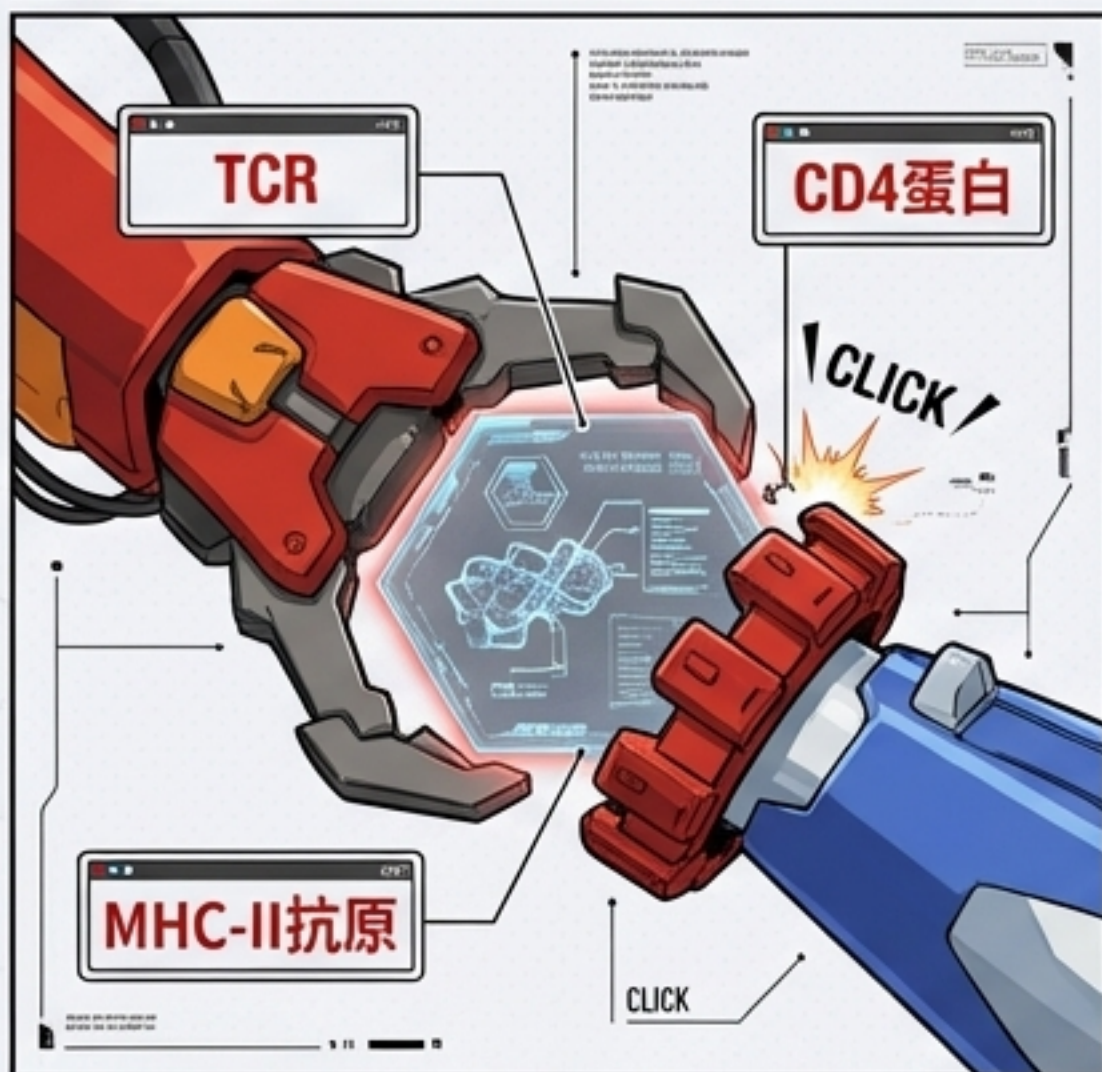


“笨蛋真嗣那边还需要
我帮忙呢，快点!”

T细胞激活：三信号协同协议 (T-CELL ACTIVATION: THE TRI-SIGNAL PROTOCOL)

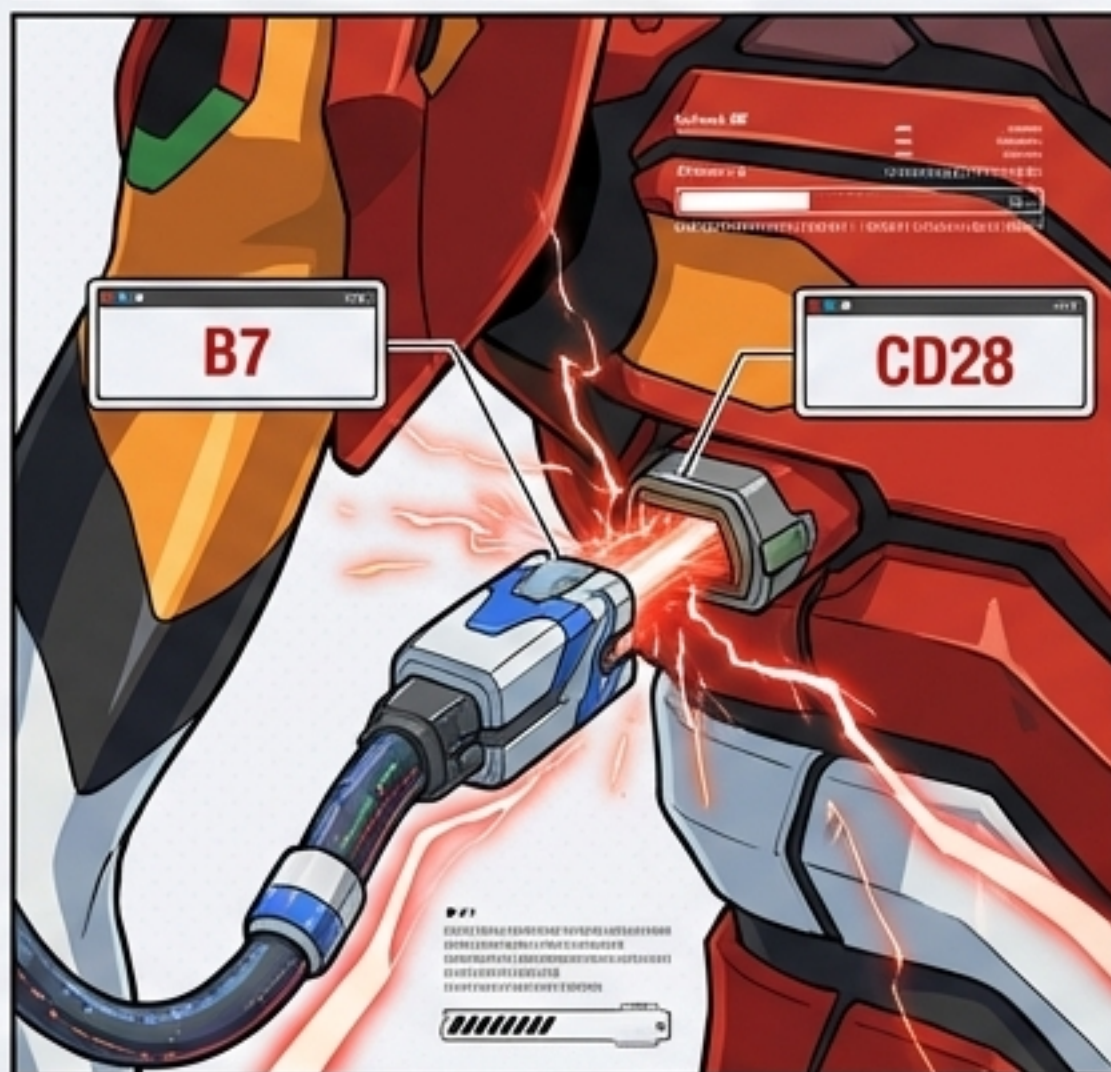


Zone A: Signal 1 - 身份识别



TCR + CD4 握手 MHC-II

Zone B: Signal 2 - 安全确认



B7 连接 CD28 - 共刺激信号 (Co-stimulation)

Zone C: Signal 3 - 行动许可



IL-1 (白细胞介素-1) 分泌



TACTICAL

薰士生 借希 “T细胞的激活必须同时满足这三个信号，缺一不可！这就是共刺激 (Costimulation) !”

NERV PingFang SC Regular

16.9



CRITICAL DATA TRANSFER

SIGNAL PROTOCOL ACTIVE



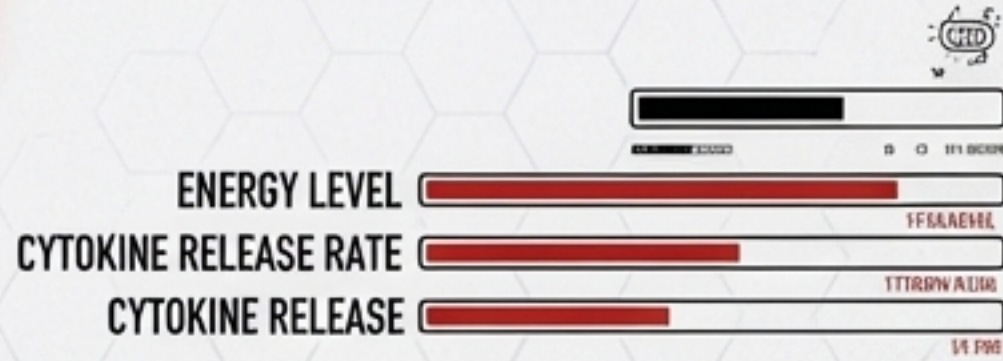
NotebookLM

觉醒：Th2细胞分化完成 (AWAKENING: Th2 CELL DIFFERENTIATION COMPLETE)



明日香 (Asuka Langley) :
“这就是共刺激的力量吗？感觉到了！”

赤木律子 (Ritsuko Akagi) :
“二号机正大量分泌 IL-2 进行自我增殖 (Autocrine signaling)，并已成功分化为 Th2型辅助T细胞 (T-Helper 2 Cell)！”



// UNIT-02 STATUS: Th2 MODE // READY TO ASSIST B-CELLS //

指令一：克隆扩增 (DIRECTIVE ONE: CLONAL EXPANSION)



NERV

16:9



明日香 (Asuka Langley):
“真嗣！别在那里发呆了，
接受我的指令！”

NERV

B细胞军团的诞生 (BIRTH OF THE B-CELL ARMY)



碓真嗣 (Shinji Ikari)

“身体……停不下来！力量涌上来了！”



CLONAL EXPANSION ACTIVE

UNIT-01 REPLICATION: 100% AND RISING
ANTIRER PANEL SYNC: STABLE
CYTOKINE LEVEL: IL-4 PEAK

赤木律子 (Ritsuko Akagi)

“这是 IL-4 的效果。它促使携带特定 BCR 的 B 淋巴细胞进行克隆扩增 (Clonal Expansion)。我们现在拥有了一支针对该抗原的特种部队！”



NERV DATA TRANSFER // UNIT-01 STATUS: CLONAL EXPANSION ACTIVE // READY FOR ENGAGEMENT // SIGNAL PROTOCOL ACTIVE

指令二：部队分化 (DIRECTIVE TWO: UNIT DIFFERENTIATION)



**IL-5 (白细胞介素-5)

NERV



明日香 (Asuka Langley):
“还没完呢！全员，形态
转换！”

NERV



记忆B细胞 (Memory B Cells)

*等待下一次入侵 (Waiting for the next invasion.)



浆细胞 (Plasma Cells)

效应B细胞 (Effector B Cells)

最终阶段：抗体风暴 (FINAL PHASE: THE ANTIBODY STORM)



NERV DATA TRANSFER // UNIT-01 STATUS: FULL ANTIBODY RELEASE ACTIVE // FINAL ENGAGEMENT // SIGNAL PROTOCOL ACTIVE



NotebookLM

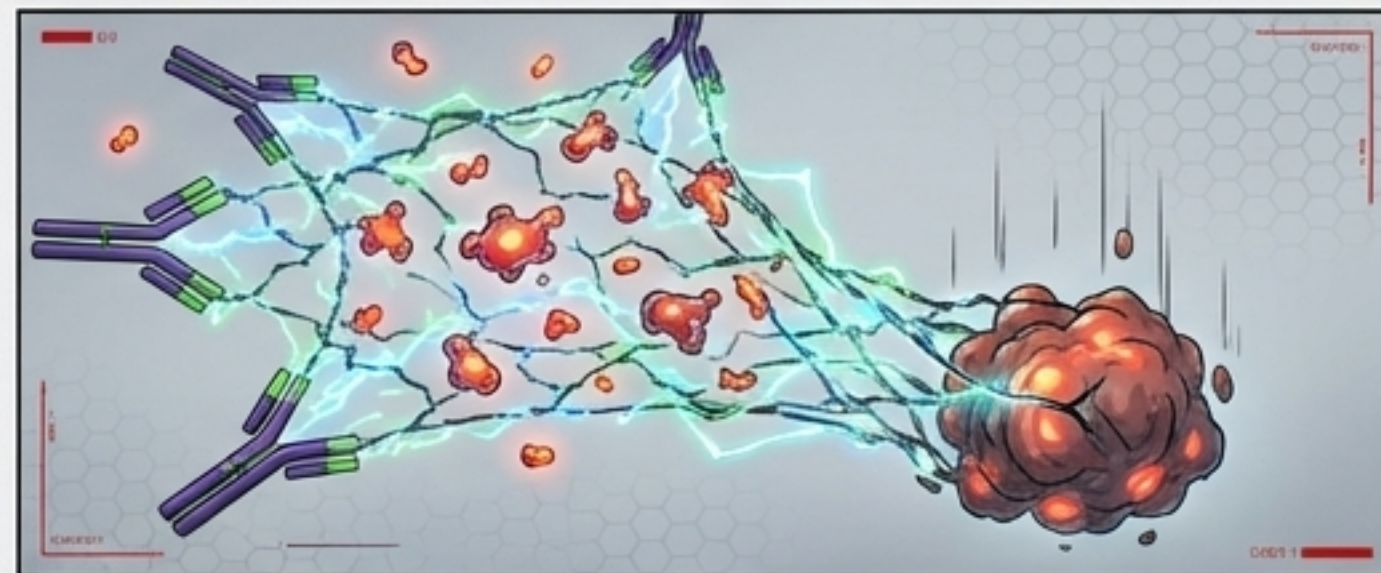
抗体的四种战术打击 (FOUR TACTICAL STRIKES OF ANTIBODIES)

中和作用 (Neutralization)



封锁病原体表面的结合位点，使其失效。

沉淀作用 (Precipitation)



结合可溶性抗原，形成复合物并使其沉淀。

溶解作用 (Lysis)



激活补体系统，导致细菌细胞破裂死亡。

吸引巨噬细胞 (Attract Macrophages)



作为标记物 (调理作用)，引导吞噬细胞识别并清除敌人。

作战完成 (MISSION ACCOMPLISHED)

SPEAKER: 碓真嗣

TEXT

“我们……赢了吗？”

SPEAKER: 明日香

TEXT

“哼，多亏了我 (Th2) 的 IL-4 和 IL-5，你才有点用处呢。”

作战完了

任务报告：体液免疫作战流程图 (DEBRIEFING: HUMORAL IMMUNITY OPERATIONAL FLOWCHART)

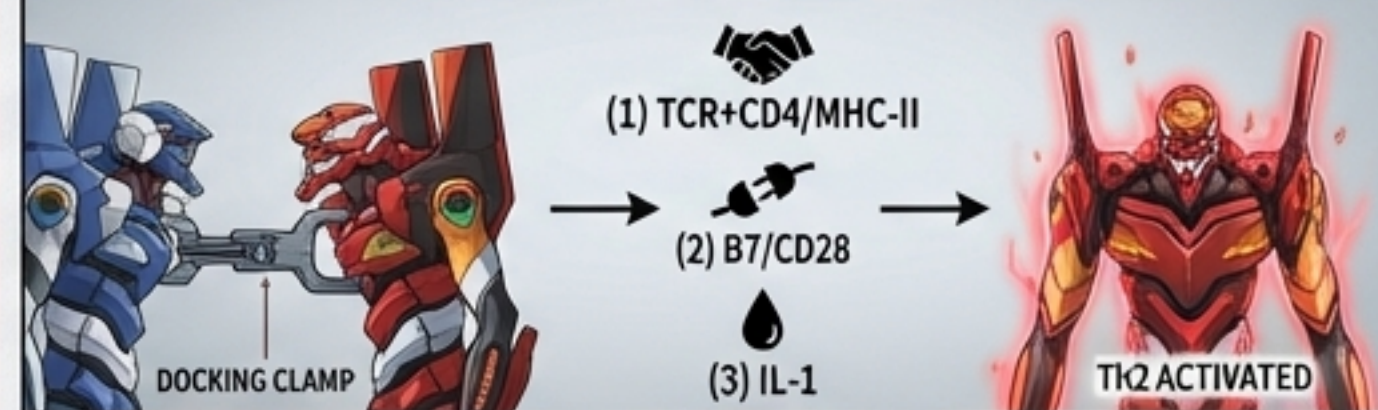
开端 (Antigen Presentation)

初号机 (Naive B-Cell) 在淋巴结 (NERV) 中通过 BCR 随机捕获抗原，内吞并展示 MHC-II。



T细胞激活 (T-Cell Activation)

零号机 (Macrophage) 激活 二号机 (Naive T-Helper)。需要三信号：(1) TCR+CD4/MHC-II, (2) B7/CD28, (3) IL-1。最终分化为 Th2。



B细胞增殖与分化 (B-Cell Proliferation & Differentiation)

Th2 分泌 IL-4 促使B细胞克隆扩增 (影分身)，再分泌 IL-5 促其分化。



记忆B细胞 (Memory B-Cell)

进入待命状态 (Enters standby)

分化结果

记忆B细胞

进入待命状态

抗体攻击 (Antibody Assault)

浆细胞在 IL-5/IL-6 刺激下，大规模产生抗体 (Antibodies)，通过中和、沉淀等方式消灭抗原。

