



Covid-19 mRNA 疫苗的源代码解读

—— 和位育的同学们一起欣赏生物学之美



内容提要

- 疫情和高中生物
- BioNTech 的 mRNA 疫苗 BNT162b
- BNT162b 源代码解读
- 结尾

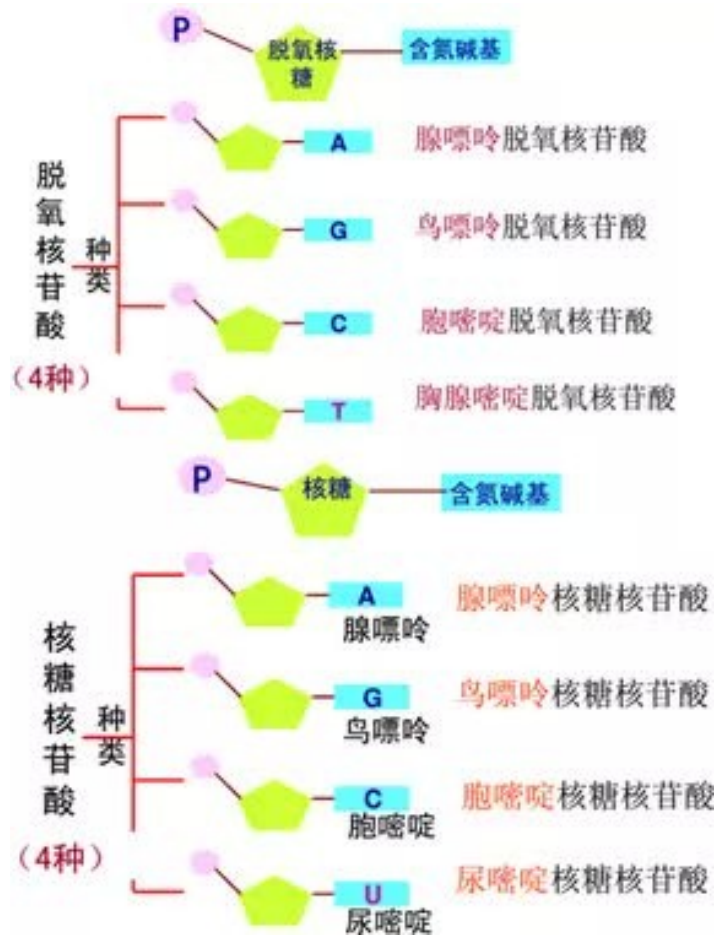
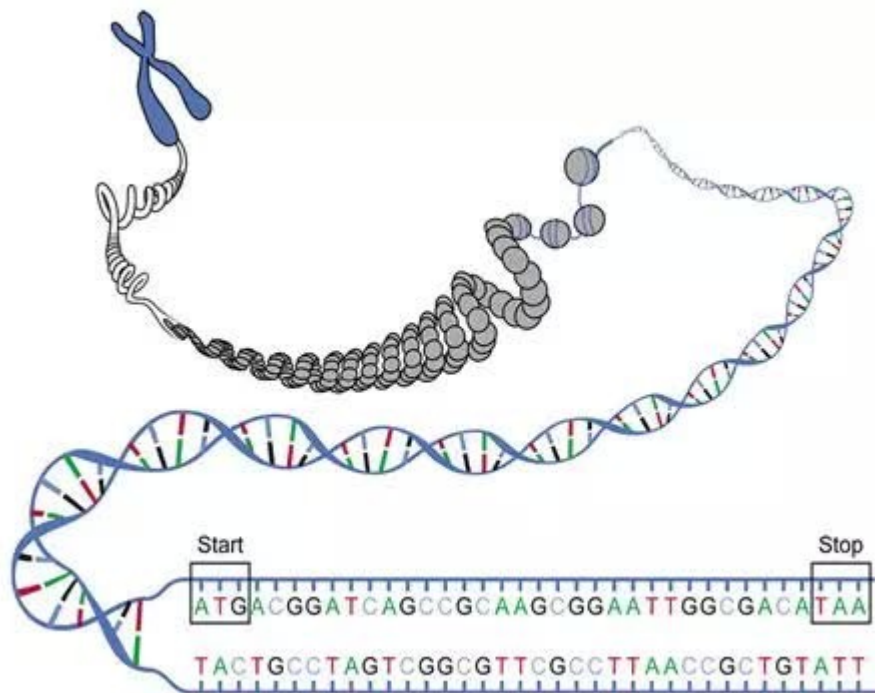
疫情和高中生物



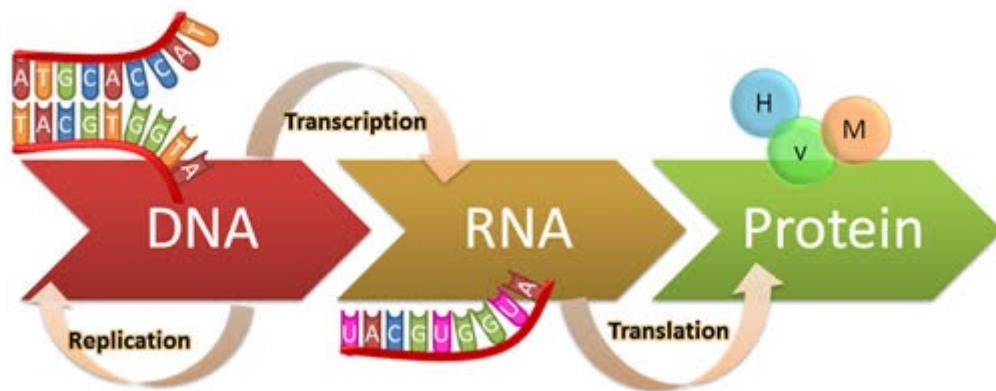
病毒
核酸
变异
疫苗

新冠病毒是 RNA 病毒。

疫情和高中生物



BioNTech 的 mRNA 疫苗 BNT162b



BNT162b 源代码解读



WHO

International Nonproprietary Names Programme

9/2020

Sequence / Séquence / Secuencia

GAGAAΨAAAC	ΨAGΨAΨΨCΨΨ	CΨGGΨCCCCA	CAGACΨCAGA	GAGAACCCGC	50
CACCAΨGΨΨC	GΨGΨΨCCΨGG	ΨGCΨGCΨGCC	ΨCΨGGΨGΨCC	AGCCAGΨGΨG	100
ΨGAACCΨGAC	CACCAGAACA	CAGCΨGCCΨC	CAGCCΨACAC	CAACAGCΨΨΨ	150
ACCAGAGGCG	ΨGΨACΨACCC	CGACAAGGΨG	ΨΨCAGAΨCCA	GCGΨGCΨGCA	200
CΨCΨACCCAG	GACCΨGΨΨCC	ΨGCCΨΨΨCΨΨ	CAGCAACGΨG	ACCΨGGΨΨCC	250
ACGCCAΨCCA	CGΨGΨCCGGC	ACCAAΨGGCA	CCAAGAGAΨΨ	CGACAACCCC	300
GΨGCΨGCCCΨ	ΨCAACGACGG	GGΨGΨACΨΨΨ	GCCAGCACCG	AGAAGΨCCAA	350
CAΨCAΨCAGA	GGCΨGGAΨCΨ	ΨCGGCACCAC	ACΨGGACAGC	AAGACCCAGA	400
GCCΨGCΨGAΨ	CGΨGAACAAC	GCCACCAACG	ΨGGΨCAΨCAA	AGΨGΨGCGAG	450
ΨΨCCAGΨΨCΨ	GCAACGACCC	CΨΨCCΨGGGC	GΨCΨACΨACC	ACAAGAACAA	500

BNT162b 的前 500 个字符

计算机代码以最小单元
0 和 1 组成序列。

疫苗的源代码就以核苷酸
字符为序列。

BNT162b 共有 4282 个
字符。

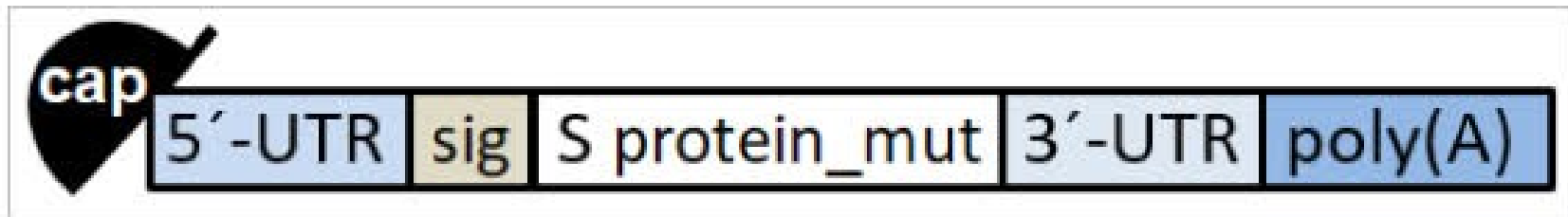
一针疫苗大概有 2 万亿
段重复的代码。

BNT162b 源代码解读



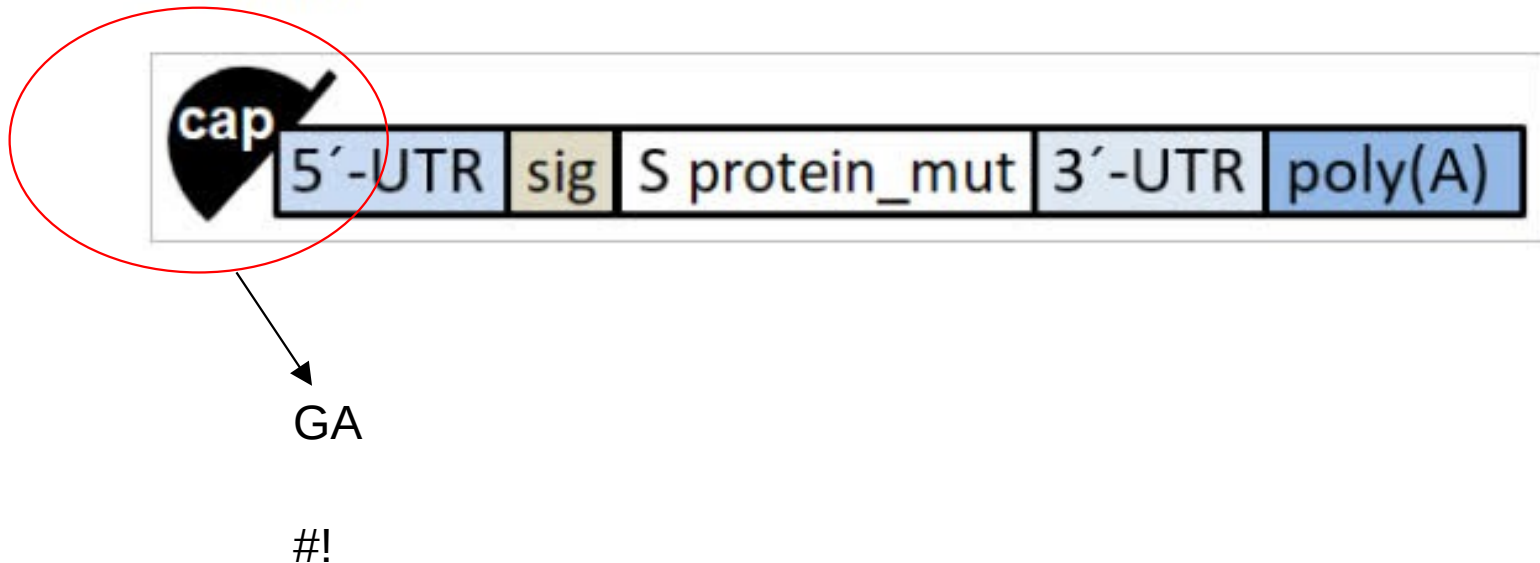
BNT162b 源代码解读

Schematic



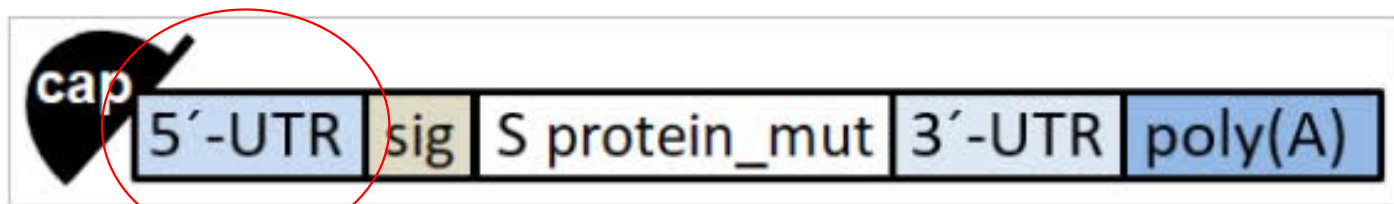
BNT162b 源代码解读—— cap 帽子

Schematic



BNT162b 源代码解读—— 5' UTR 未翻译区

Schematic

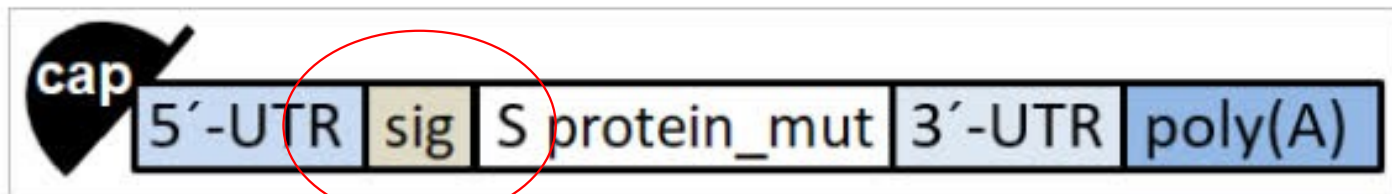


GAAΨAAACΨAGΨAΨCΨΨCΨGGΨCCCCACAGACΨCAGAGAGAACCCGCCACC

未翻译区：奇怪的 “Ψ”

BNT162b 源代码解读—— sig 信号肽

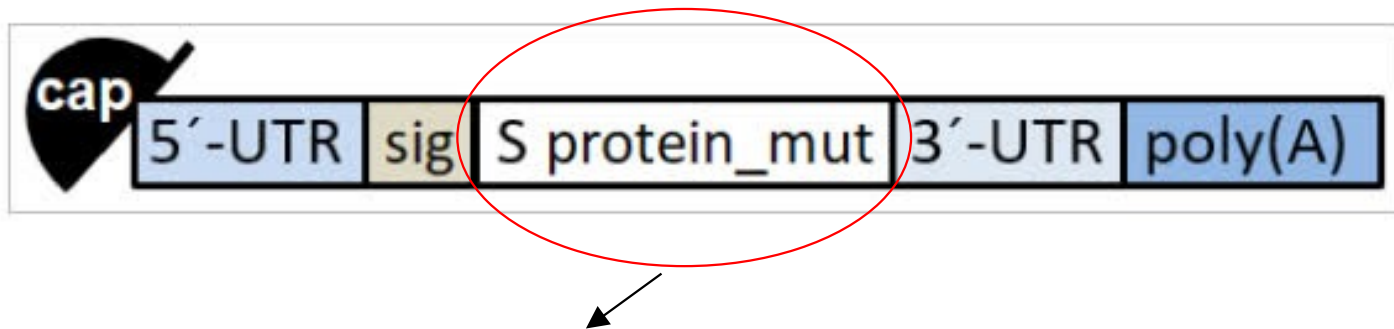
Schematic



	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Virus:	AUG	UUU	GUU	UUU	CUU	GUU	UUA	UUG	CCA	CUA	GUC	UCU	AGU	CAG	UGU	GUU
Vaccine:	AUG	UUC	GUG	UUC	CUG	GUG	CUG	CUG	CCU	CUG	GUG	UCC	AGC	CAG	UGU	GUG
		!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!	!		!

BNT162b 源代码解读—— S 刺突蛋白

Schematic

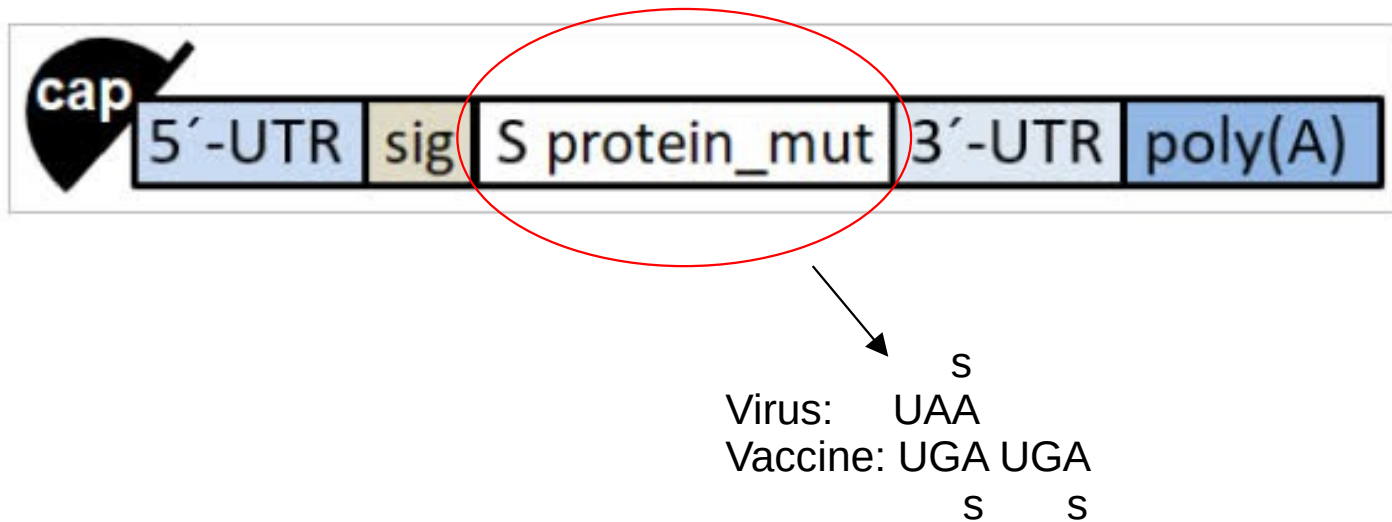


这 3777 个字符是真正的刺突蛋白模板：

1. 增加了 G 和 C
2. 更改有利于让刺突蛋白展开和健壮的位置

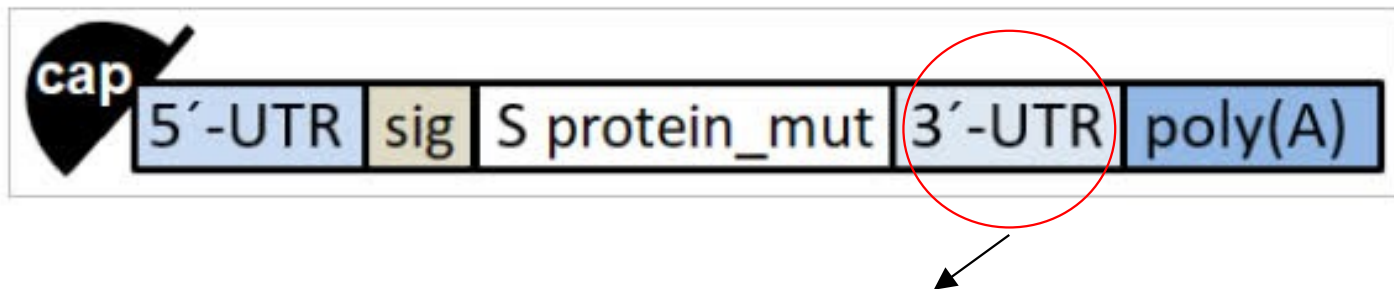
BNT162b 源代码解读—— S 刺突蛋白的结尾

Schematic



BNT162b 源代码解读—— 3' UTR 未翻译区

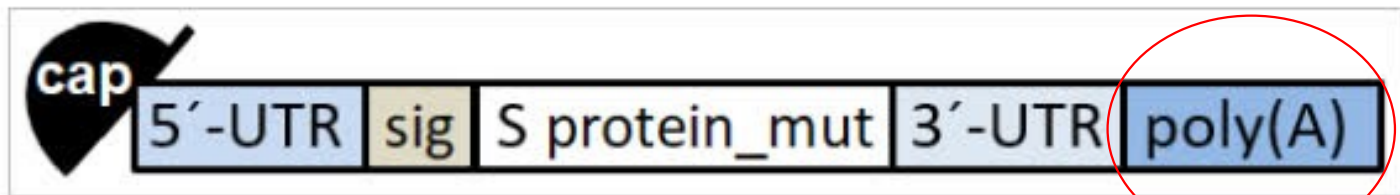
Schematic



这也是一个未翻译区，是从其他 RNA 处取过来的，就好比复制了一段别人的代码。

BNT162b 源代码解读——最后的神奇

Schematic



UAGCAAAAAA AAAAAAAAAA AAAAAAAAAA
AAAAGCAUAU GACUAAAAA AAAAAAAAAA
AAAAAAAAAA AAAAAAAAAA AAAAAAAAAA
AAAAAAAAAA AAAAAAAAAA AAAA

结尾

将来，这就是个模板，只要把病毒的相应的特征蛋白的编码替换进去，这个源代码原则上就可以对付其他的病毒。

有兴趣的同学可以去看原文：

<https://berthub.eu/articles/posts/reverse-engineering-source-code-of-the-biontech-pfizer-vaccine/>