

利用 CER 模型作答 与“结果、结论一致性”有关的论证类问题

北京大学附属中学教师 王毅男

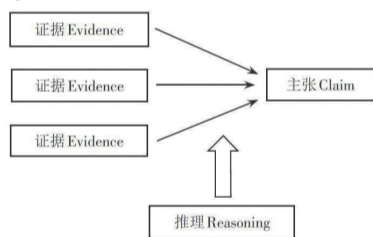
论证能力是生物学科素养考查中的高阶能力,在具体作答过程中,对学生呈现信息的逻辑性、科学性和准确性的要求颇高,因此这类问题在高考和模拟考中是学生失分的重灾区。

高考中对于论证能力的要求是“在给定情境中,综合运用生物学知识或通过对信息进行分析与综合,得出结论或结论,阐明思维过程”。一般来说,论证类的考查有两个方向:一是考查结果、结论的一致性,即要找出实验结果与结论之间的因果性支撑关系——实验结果是得出特定结论的证据,结论是基于实验结果进行科学推理的结果;二是基于题目信息进行一个复杂机理的阐释,通常这种设问会放在整体偏后的位置,也是对整题信息和逻辑的一种归纳总结。

而在“结果、结论一致性”的论证类问题的作答中,不仅要求学生能够从复杂的实验结果中准确找出能够支持结论的特定证据,还需要阐释理由,这也大大增加了学生答题的难度。学生在作答时主要会遇到两个问题:一是无法有效区分结果和推理;二是描述结果和推理过程时次序混乱。而利用 CER 模型能够很好地梳理结果、结论和推理之间的逻辑和信息的呈现方式,从而大大提升学生的作答效率。

一、CER 模型简介

CER 模型是科学教育中常用的推理模型(如下图),它包含了三个重要的元素:Claim(主张)、Evidence(证据)和Reasoning(推理)



首先,学生需要提出一个主张或假设(claim),这个结论需要基于实验数据和观察事实。例如,“植物的生长与其所处的环境有关”。接下来,学生需要收集相关的证据,这些证据可以是实验数据、观察结果、文献资料等。例如,“在不同的光照条件下,植物的生长速度会有所不同”。最后,学生需要使用科学推理进行分析和解释这些证据,并将其与结论相结合。例如,“这表明植物的生长受到光照的影响,光照较强的条件下,植物能够进行光合作用,从而促进生长。”

利用 CER 模型进行推理时,我们会遇到两种模式,即归纳推理和演绎推理。

1. 归纳推理

在进行归纳推理时,首先需要收集一定数量的实例和数据,以便进行分析和比较(证据)。根据收集到的实例和数据,你需要对它们进行分类和总结。在对实例和数据进行总结和分类后,你需要提出一个归纳性结论(结论)。这个结论应该是基于你所观测到的实例和数据得出的,并且能够解释和预测未观测到的实例。最后,考生需要进行推理,即从提供的证据出发,通过逻辑推理得出结论。这个推理应该是严密、合乎逻辑和可重复的(推理)。

2. 演绎推理

与归纳推理不同,在演绎推理过程中考生需要首先提出一个声明,即所要证明或推断的结论。这个声明应该是具体、明确、可测量和可验证的。接下来,考生需要提供证据,即支持考生声明的事实或信息。这个证据应该是具有客观性、可靠性和可验证性的(Evidence, 证据)。最后一个环节与归纳推理相同,要利用合乎逻辑的推理过程来为证据和主张建立起关联(Reasoning, 推理)。

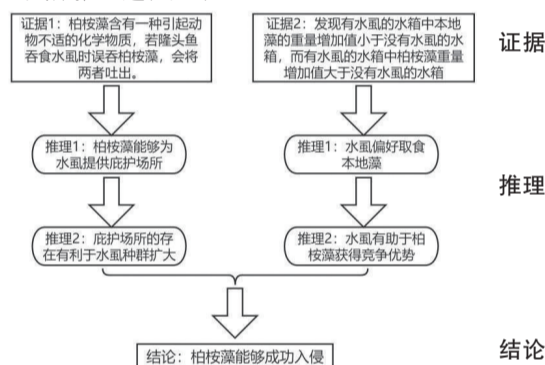
二、利用 CER 模型进行归纳推理

利用 CER 模型解决归纳推理的逻辑顺序是:首先(根据结论)寻找证据,然后进行合理的逻辑分析与推理,最终

合理的解释结论。

例题 1(2021 年北京高考生物试题):北大西洋沿岸某水域生活着多种海藻和以藻类为食的一种水虱,以及水虱的天敌隆头鱼。柏桉藻在上世纪末被引入,目前已在该水域广泛分布,数量巨大,表现出明显的优势。为探究柏桉藻成功入侵的原因,研究者用三组水箱模拟该水域的环境。水箱中均放入柏桉藻和甲、乙、丙 3 种本地藻各 0.5 克,用纱网分区(如下图);三组水箱中分别放入 0、4、8 只水虱/箱。10 天后对海藻分别称重,发现有水虱的水箱中本地藻的重量增加值小于没有水虱的水箱,而有水虱的水箱中柏桉藻重量增加值大于没有水虱的水箱,同时发现实验装置中的大部分水虱附着在柏桉藻上。进一步的研究发现,柏桉藻含有一种引起动物不适的化学物质,若隆头鱼吞食水虱时误吞柏桉藻,会将两者吐出。请综合上述研究结果,阐明柏桉藻成功入侵的原因。

具体推理过程如下:



这个情境里面的种间关系是典型的互利共生,因此两个证据分别指向了柏桉藻对水虱有利的因素,以及水虱对柏桉藻有利的因素。

证据 1 是柏桉藻对水虱生存的促进作用。由证据 1 的事实可推知柏桉藻能够为水虱提供庇护场所这个小的推论,进而可以推理得知,该庇护所的存在能够更加有利于水虱的生存,从而提高水虱的种群数量。

证据 2 是水虱对柏桉藻有利的证据。从证据中可以看出,有水虱后柏桉藻的数量上升、而本地藻的数量下降。所以能够推理出推论 1——水虱偏好取食本地藻,而本地藻数量的下降会促进其竞争者(柏桉藻)的生存,因此能够得出推论 2——水虱有助于柏桉藻在与本地藻竞争的过程中获得更大的优势。

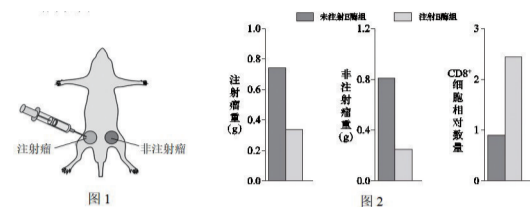
综合上述两个归纳推理的重点,都指向柏桉藻能够更好地在这个环境中生存,因此该证据和推理逻辑可以很好地对最终的结论进行合理的解释——即柏桉藻为什么能够成功入侵。

三、利用 CER 模型进行演绎推理

与归纳推理的逻辑顺序不同,演绎推理的起点是基于一个特定的、待验证的假说,按照假说演绎法的逻辑,如果该假说是正确的,那么基于“该假说为真”的演绎推理的结果应该是可预期的,这个演绎推理的结果就是 CER 模型中对应的证据。最终,我们还需要利用合乎生物学逻辑的推理过程来阐释假说与演绎推理结果之间的逻辑关联及合理性。

利用 CER 模型进行演绎推理的逻辑顺序如下:首先明确假说,然后依据假说推理出可能存在的演绎推理结果,最终阐释基于该假说做出的演绎推理结果的逻辑路径。

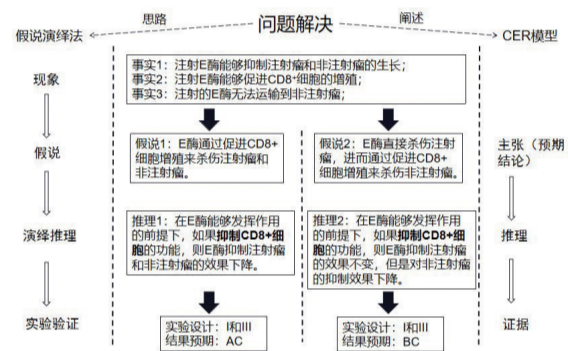
例题 2(2022 年高三西城一模试题):科研人员发现中性粒细胞对癌症的预防发挥着重要作用。科研人员在图 1 所示接种小鼠的某些肿瘤内注射一定量 E 酶(注射的 E 酶无法运输到非注射瘤),检测肿瘤的生长情况和 CD8⁺ 细胞(一种细胞毒性 T 细胞)相对数量,结果如图 2。



- ①请根据图 2 结果补充 E 酶抑制癌的新机制_____。
- ②从下列表格中选择能证明新机制的实验材料及对应的实验结果。

实验材料	实验结果
I. 去除 CD8 ⁺ 细胞的接种小鼠	A. 注射瘤重量差值: 实验组小鼠小于对照组
II. 敲低 E 酶受体受体的接种小鼠	B. 注射瘤重量差值: 实验组小鼠与对照组几乎相同
III. 正常接种小鼠	C. 非注射瘤重量差值: 实验组小鼠小于对照组
	D. 非注射瘤重量差值: 实验组小鼠与对照组几乎相同

解决这个问题的核心思路是假说演绎法,在此基础上利用 CER 模型来进行答案的阐述。具体推理过程如下:



首先根据题目信息以及图 1、图 2 的实验结果可知,注射 E 酶能够有效的抑制注射瘤和非注射瘤的生长,且 CD8⁺ 细胞的数量会增加。如果想合理的解释这个现象,有两个可能的假说:一是 E 酶完全通过 CD8⁺ 细胞来抑制肿瘤生长;二是 E 酶本身就有抑制肿瘤生长的作用,同时它还能通过 CD8⁺ 细胞杀伤其他位置的肿瘤生长。如果要验证这两个假说的正确性,就要通过“演绎推理”和“实验验证”的过程来进行(具体推理过程见上图)。由于基于两个假说进行的演绎推理结果是互斥的,而实验结果中只会出现某一个假说对应的演绎推理结果,所以我们就可以根据结果来证明哪个假说是正确的。

而在阐述上述逻辑时,我们要基于 CER 模型提供的逻辑来进行:首先要清晰的描述出考生的主张,也就是题目①的问题;然后要基于主张进行合理的推断,这个过程包括实验设计和结果预期;最后要阐释清楚与主张相对应的实验结果预期应该是什么(证据)。

四、小结

利用 CER 模型进行推理的最大优势在于能够很好的区分证据(结果)与推理过程之间的区别。证据是直接来自题目信息中获取的数据或数据之间的差异,而推理过程是基于证据进行的合理推断,两者最大的区别是推理过程中可能会用到证据中没有出现的信息。例如,如果某种药物处理会导致小鼠的产热增加,从实验结果中可以看出药物处理后小鼠细胞的线粒体数目上升,那么利用 CER 模型进行解释的过程应该为:药物能够增加小鼠细胞的线粒体数量(证据),因此能够提升小鼠的代谢速率(推理),所以小鼠的产热增加(结论)。上述描述中,推理阶段的关键表述“代谢速率”是无法从实验结果中直接获取的,因此是基于实验结果经过科学的推理过程得出的一个小的推论。

因此利用 CER 模型对学生作答的关键信息和次序进行校准,就能够更好的将关键信息进行排序和以及进行合理的逻辑阐释。一般来说,我们在回答“论证”类问题时,需要先呈现“证据”,然后再基于证据进行合理的“推理”,这个顺序要清晰的呈现在答案中。如果在作答时,出现多条平行的逻辑线,应该将证据和推理过程——绑定在一起进行陈述,例如“证据 1→推理 1;证据 2→推理 2”。这样呈现出来的信息才是最清晰的。