

生物

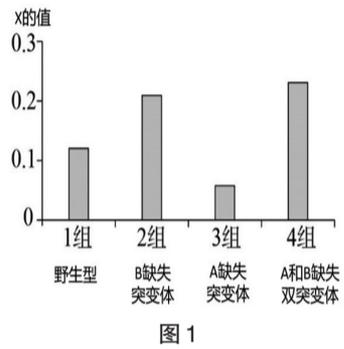
如何读懂“上下游”通路中的论证关系

北京大学附属中学教师 左小龙

2021年北京等级考生物卷第21题,让考生选取材料设计实验,为“T6P通过促进R基因的表达促进种子中淀粉的积累”提供新的证据,这是北京高考中第一次明确考查“上下游”通路,该题处于试卷最后一题,足见其难度,考生该题的得分率也极低。随后各区模拟题中,关于“上下游”通路的考查层出不穷。而这也是考查学生高阶思维能力的重要手段。在本文中,笔者期待通过科学研究的真实过程,帮助大家掌握“上下游”通路中的论证方法,并学会运用该方法解决类似问题。

一、前测摸底

图1结果支持A蛋白与B在同一通路,且A蛋白通过影响B的作用提高了X的水平这一推测,做出判断的理由是_____ (3分)。



暂时不提供答案,待学完后续内容,可以评价自己当前答案的合理性并改进。

上题中,柱状图所展示的不同组别的数据即为实验结果,“A蛋白通过影响B的作用提高了X的水平”即为实验结论,而阐明结果支持结论的理由即为论证,这里需要分析实验数据,并把思维过程写清楚。

结果 → 论证 → 结论

真实的科研过程,往往是基于一定的事实(证据),提出假设(主张),然后去获取证据,再结合已有知识,进行论证(复杂推理),看结果是否支持假设。

二、案例分析

已有研究事实:①肠道微生物菌群与糖尿病有关;

②内环境中的血清素影响血糖调节能力;

③肠道内壁的肠嗜铬细胞(EC细胞)可合成和分泌血清素。

作出假设,构建要素间的联系:_____ (用词条和箭头的形式表示)。

参考答案:肠道微生物→刺激EC细胞→合成分泌血清素→影响宿主血糖调节能力→糖尿病。

如何设计实验来验证?(寻找证据:通过实验设计和实施获取)

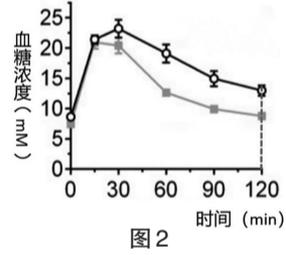
关于自变量设置:对肠道微生物、血清素做加法或减法;

关于因变量检测:如何测定血糖调节能力?

①简要回顾血糖升高后的调节过程;②明确给与“刺激”,观察“响应”是一种有效手段。

糖耐值的测定方法:对空腹小鼠注射葡萄糖,检测注射后2小时内血糖浓度变化,将血糖浓度变化绘制成曲线,计算曲线与横纵轴之间围成的面积(如图2),称为糖耐相对值。糖耐值越大,血糖调节能力_____。(答案:越低)

实验设计方案和结果如下,为假设提供新的证据:



分组	处理	糖耐相对值		第28天血浆中血清素含量(ug/mL)
		第0天	第28天	
A组	无菌水	8	7.8	3.7
B组	Tph1抑制剂	9.2	7.5	2.1
C组	抗生素	8.2	6.2	1.8
D组	Tph1抑制剂+抗生素	9.1	7.1	2.1

注:Tph1(色氨酸羟化酶1)是血清素生物合成的起始酶

思考:

1.肠道微生物、血清素对血糖调节能力的影响分别是什么?

2.推测肠道微生物和血清素在宿主血糖调节上是否处于同一作用路径上?说明理由。(论证)

参考答案:肠道微生物和血清素均能降低宿主的血糖调节能力;肠道微生物和血清素在宿主血糖调节上处于同一作用路径,因为B组糖耐相对值降低了1.7,C组降低了2,而D组也只是降低了2,并未出现叠加效应。且与A组比较,C组除去肠道微生物后,血清素含量显著降低,说明肠道微生物会促进血清素合成与分泌,即肠道微生物位于上游。

证据支持假设:肠道微生物→血清素→血糖调节能力

反驳:Tph1抑制剂、抗生素这两种无关变量可能直接影响宿主血糖调节能力。

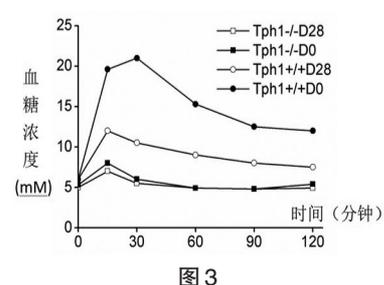


图3

①排除Tph1抑制剂的干扰,采用Tph1基因敲除小鼠设计新的实验,寻找新的实验证据,结果如图3:Tph1+/+为野生型,Tph1-/-为基因敲除;D28指使用28天抗生素,D0指未使用抗生素。

思考:上述实验结果是否支持推测?请说明理由。(论证)

参考答案:如果从上到下的曲线分别命名为1、2、3、4的话,正确的比较思路是1和2、3和4比:有血清素时,有无肠道微生物对宿主血糖调节能力存

在显著差异;无血清素时,有无肠道微生物对宿主血糖调节能力无差异。

②抗生素可能影响了胰岛素的敏感性,进而影响宿主血糖调节能力。

检测胰岛素敏感度:不同组小鼠空腹注射等量葡萄糖,再注射等量胰岛素,看血糖变化情况,结果如图4。

说明不同处理并未改变胰岛素敏感性。

反驳的价值:排除其他可能性,进一步为“假设”提供证据。

上述研究最终支持假设:肠道微生物通过促进血清素的合成来降低宿主的血糖调节能力。

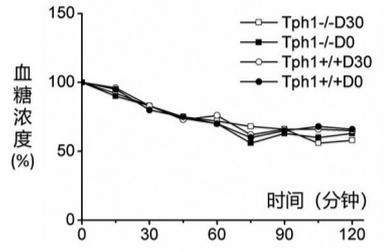


图4

三、学以致用

学生对课前测试再次作答,比较两次答案的差异,并根据下列答案和评分总结评分标准。

答案1:A突变体的X值低于野生型,B突变体的X值高于突变体(0分);

答案2:1组低于2组,3组低于1组,2组与4组无显著差异,3组低于4组(0分);

答案3:3组低于1组,4组与2组无显著差异(2分);

答案4:3组低于1组,4组与2组无显著差异,说明A蛋白可提高X水平,但在B缺失时,A对X无明显影响(3分)。

分析:比较关系要准确合理,遵循单一变量原则,不能全部罗列,而是找出能支持结论的比较关系,且要阐明思维过程。

参考答案和评分:3组X水平低于1组,说明A蛋白可提高X水平;4组与2组的X水平无显著差异,说明在B缺失时无A蛋白对X水平无显著影响,故A蛋白需要通过影响B的作用提高X水平。(比较关系正确得2分,理由阐述清楚再得1分)

四、“A→B→X”模型提炼

图5模型中共存在4种情况:A促进B,B促进X;A促进B,B抑制X;A抑制B,B促进X;A抑制B,B抑制X。

但是无论是哪种具体情况,其中的论证关系都是确定的,即:

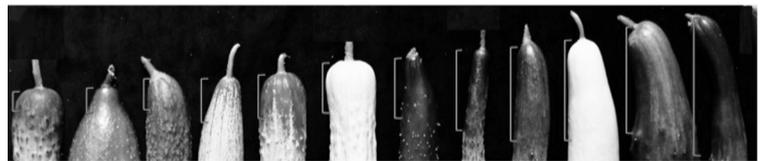
组1与组3比→X差异显著→有B时,A影响X;
组2和组4比→X无显著差异→无B时,A不影响X。

	A	B	X
组1	+	+	?
组2	+	-	?
组3	-	+	?
组4	-	-	?

图5

五、模型运用

黄瓜瓜把口感差,瓜把长度是影响其商业价值的重要因素。



出具资料:

研究表明,A基因的表达产物可以与B基因的启动子结合,增强B基因表达,进而促进细胞分裂,使瓜把伸长。

又发现D蛋白抑制瓜把伸长,推测D蛋白与A蛋白的结合,抑制了A蛋白与B基因的启动子结合。若上述推测成立,则将D基因突变体与A基因突变体杂交,得到F₁再自交,请比较F₂中野生型、A突变体、D突变体、A和D双突变体的瓜把长度大小并说明理由。

D蛋白-→A蛋白+→B基因+→细胞分裂+→瓜把长度

参考答案:D突变体>野生型>A突变体=双突变体

论证理由:若推测成立,则有A蛋白时,D突变会增加瓜把长度;而无A蛋白时,有无D蛋白对瓜把长度无影响。故瓜把长度表现为D突变体>野生型,A突变体=双突变体。A基因可促进瓜把伸长,故A突变体瓜把长度短于野生型,因此D突变体>野生型>A突变体=双突变体。

六、反馈练习

练习1:IL-33能够促进小鼠肠道排出鞭虫的虫卵。肠嗜铬细胞(EC细胞)是肠道中一种能分泌5-羟色胺(5-HT)的细胞,细胞膜上有IL-33的受体。为进一步研究肠道排出虫卵的机制,研究者分别以IL-33合成缺陷小鼠和5-HT合成缺陷小鼠为实验材料,检测施加IL-33前后排出虫卵的时间,实验结果如图6。

由此可知,EC细胞感受IL-33信号后,分泌5-HT,促进排出虫卵。判断理由是_____。

答案:IL-33合成缺陷小鼠能够合成5-HT,施加IL-33后,排出虫卵时间显著降低;5-HT合成缺陷小鼠不能合成5-HT,施加IL-33后,排出虫卵时间无变化,说明IL-33发挥作用依赖于5-HT,即IL-33位于5-HT的上游。

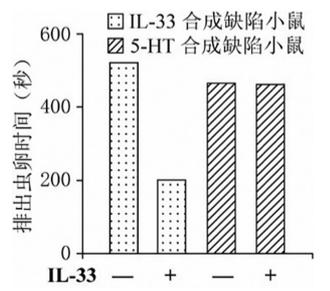


图6