

智慧

9.2 神经调节



学习目标

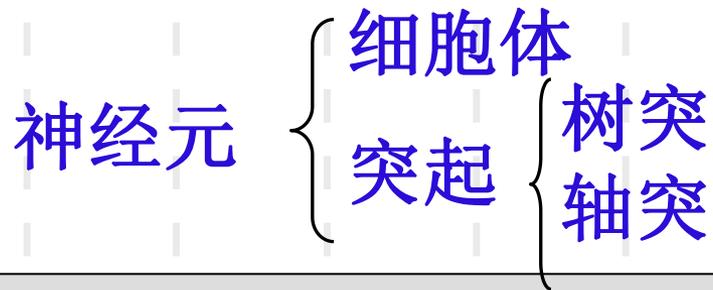


- 1.解释反射弧的结构组成和反射过程
- 2.阐明兴奋在神经纤维上的产生，传导过程以及兴奋在神经元之间的传递过程
- 3.说出人脑的分级调节



考点1 神经元-反射-反射弧

1.神经系统的结构和功能的基本单位---神经元

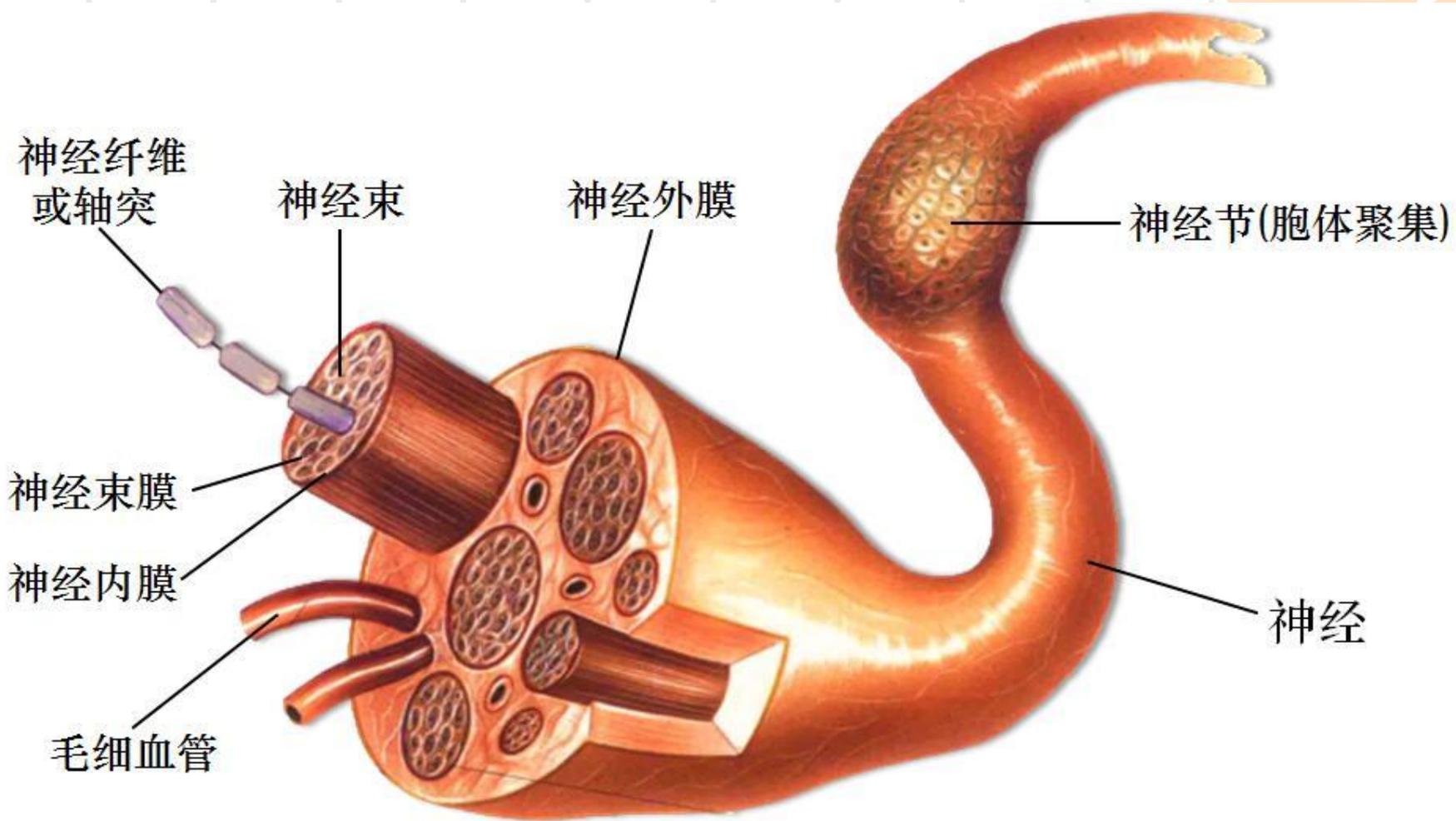


树突： 几条短而呈树状分枝的结构；有的神经元只有一条树突。
接受刺激，把冲动传向细胞体

轴突： 一条长而分枝少的结构。把神经冲动从细胞体传到神经末梢

神经纤维： 轴突（或长的树突）+髓鞘

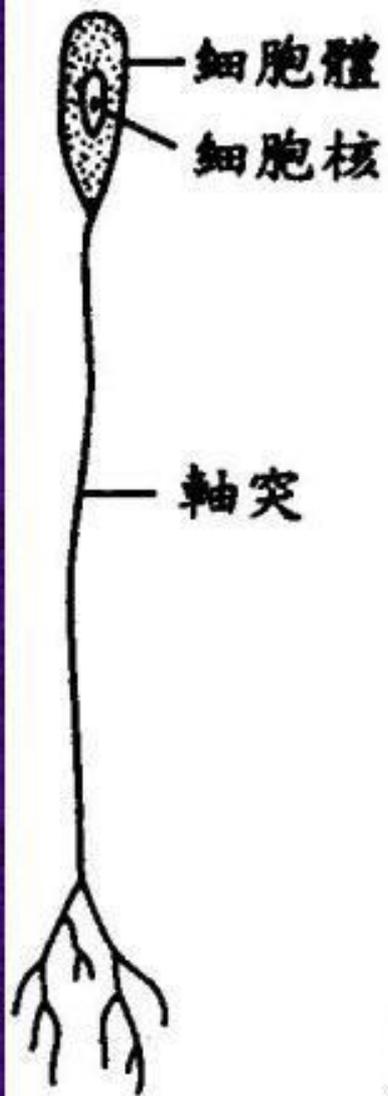
神经： 由神经纤维集成束，外裹结缔组织膜组成



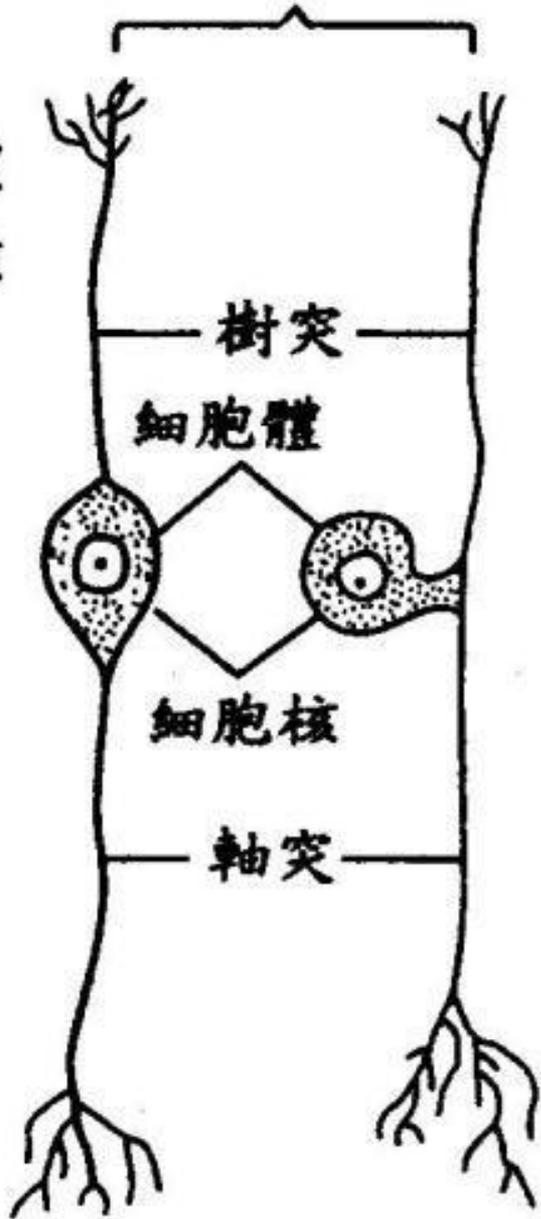
神经的结构组成



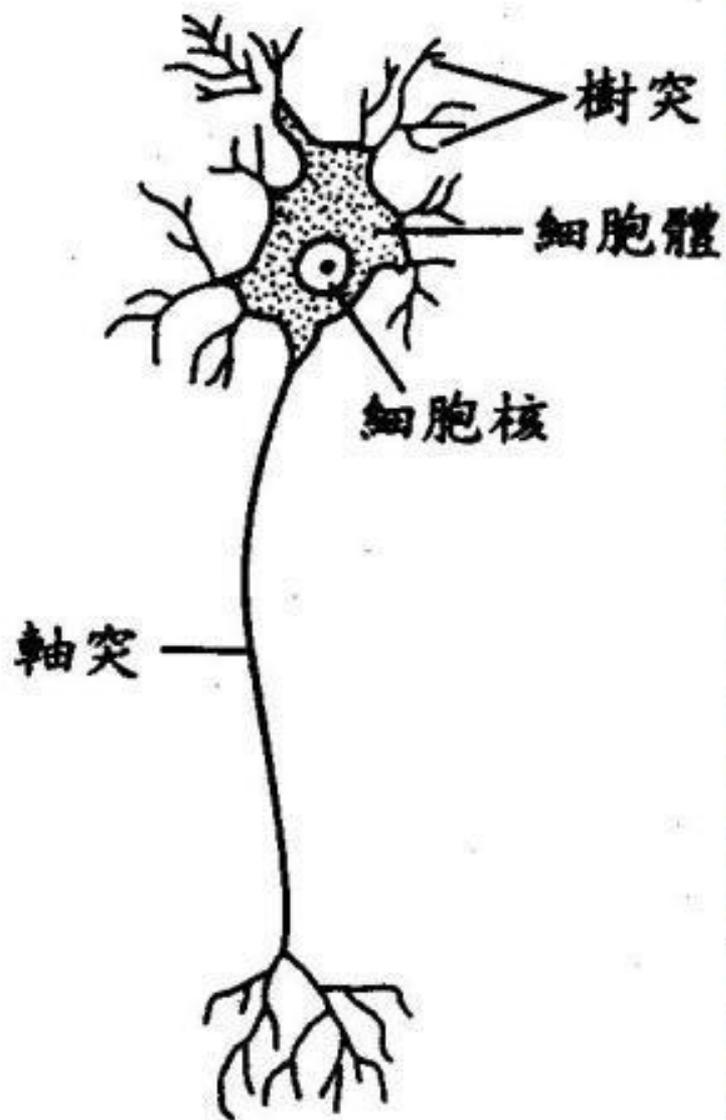
單極



雙極



多極





2.神经调节的基本方式—反射

(1) 概念:

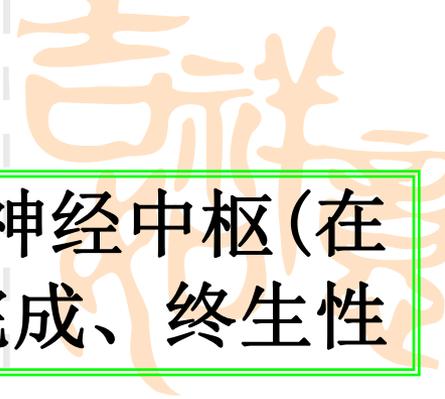
在中枢神经系统（脑和脊髓）的参与下，动物体或人体对内外环境变化做出的规律性应答。

实质是兴奋传导的过程

(2) 类型:

分为**条件反射**和**非条件反射**。





• 反射的类型

非条件反射

特点: **生来就有的**、由较低级的神经中枢(在**脑干、脊髓中**)参与即可完成、终生性

举例: 吃杨梅时分泌唾液、膝跳反射、缩手反射、眨眼反射、婴儿的吮吸反射等

条件反射

特点: 在非条件反射的基础上**后天形成的**、由**大脑皮层**的参与下完成的、可以建立可以消退

举例: 看到或谈到杨梅时分泌唾液、谈虎色变、画饼充饥、一朝被蛇咬，十年怕井绳





2.神经调节的基本方式—反射

(1) 概念:

在中枢神经系统（脑和脊髓）的参与下，动物体或人体对内外环境变化做出的规律性应答。

(2) 类型:

分为**条件反射**和**非条件反射**。

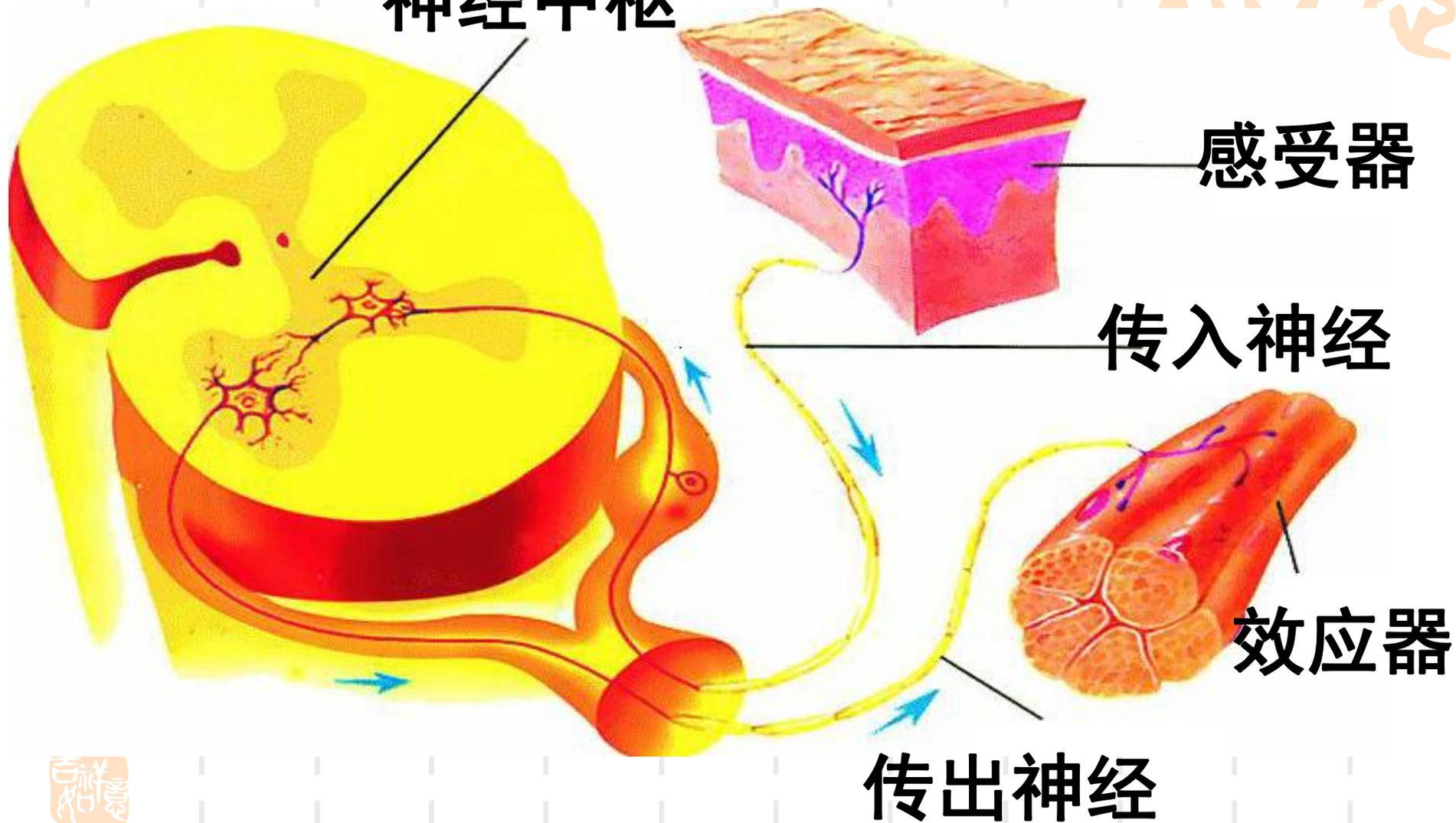
(3) 反射发生的条件:

①完整的反射弧②足够强的刺激



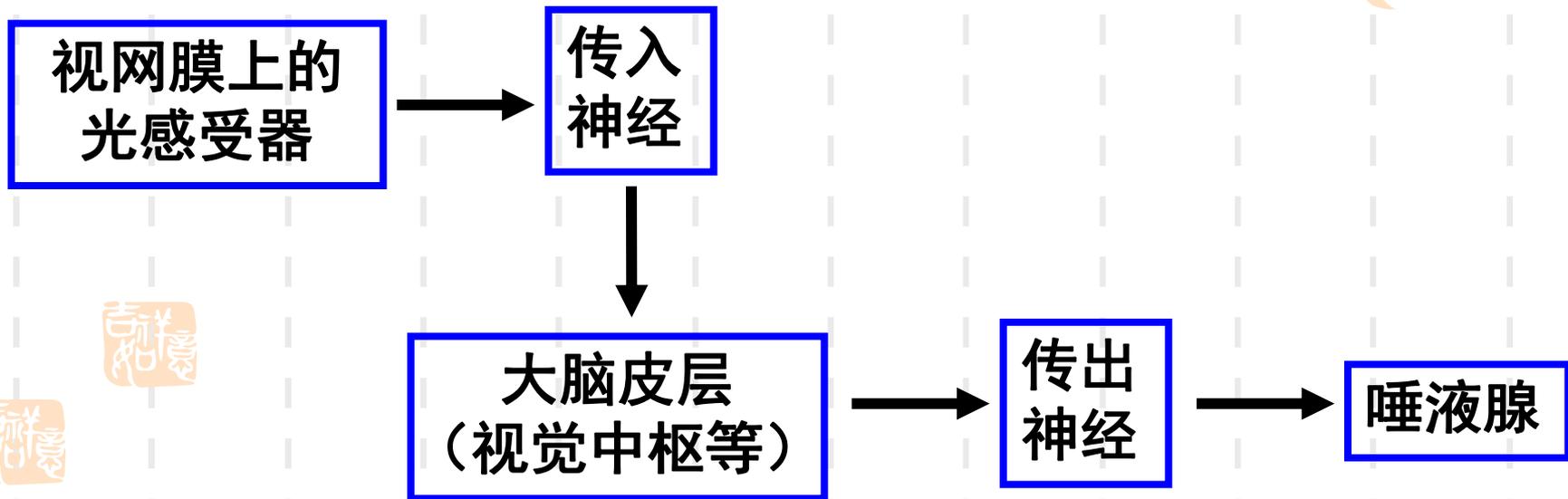
3.反射的结构基础—反射弧

(1) 反射弧的组成 神经中枢



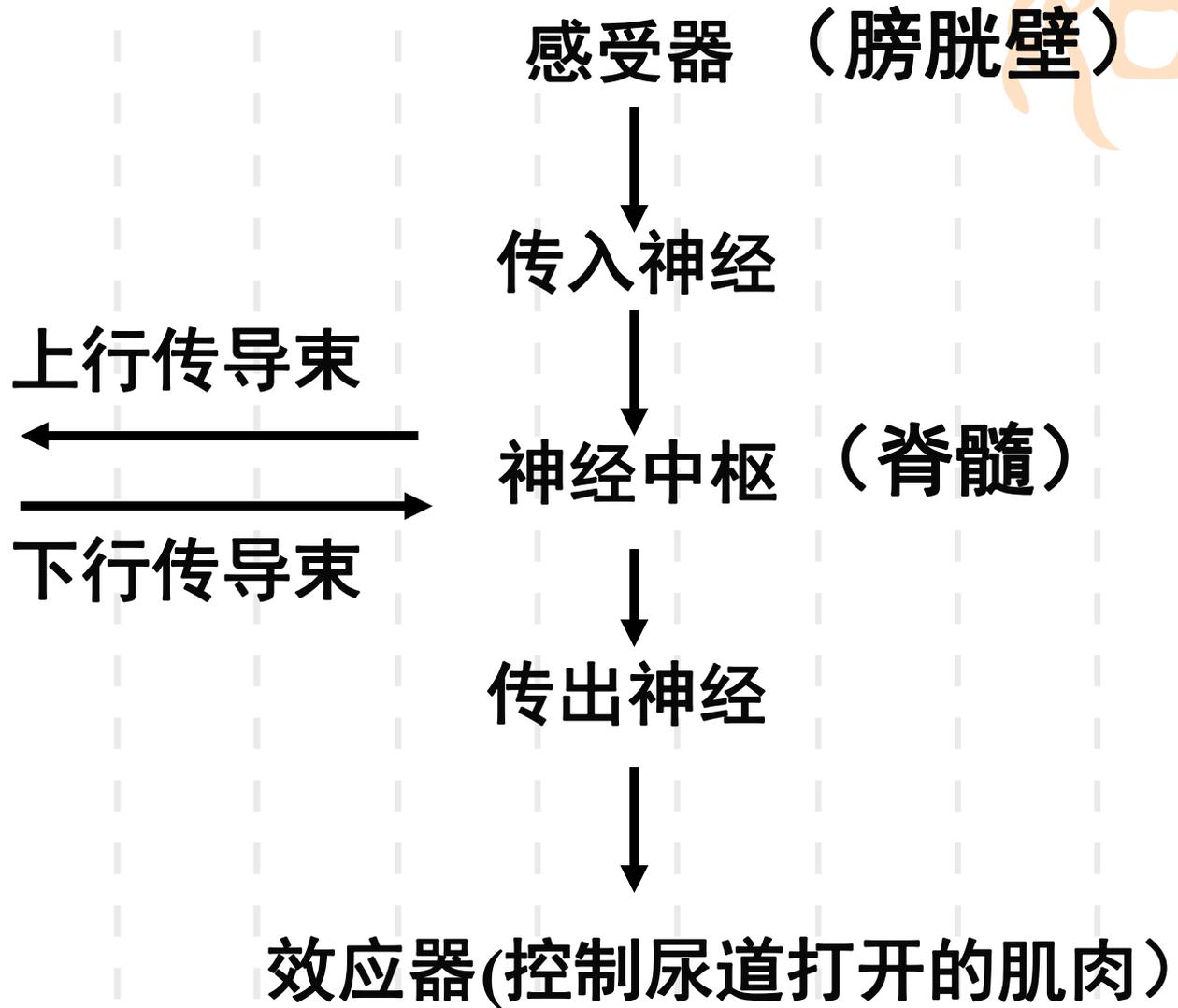


【练习】 “望梅止渴”属于什么反射？写出其反射弧。



【练习】写出排尿反射的反射弧。

排尿反射：



吉祥

吉祥

吉祥

吉祥

吉祥

吉祥

反射弧

感受器 由传入神经末梢组成。接受刺激、产生兴奋的部位，如皮肤，内脏器官。

传入神经 由传入神经纤维组成。将感受器的神经冲动传导到中枢神经系统。

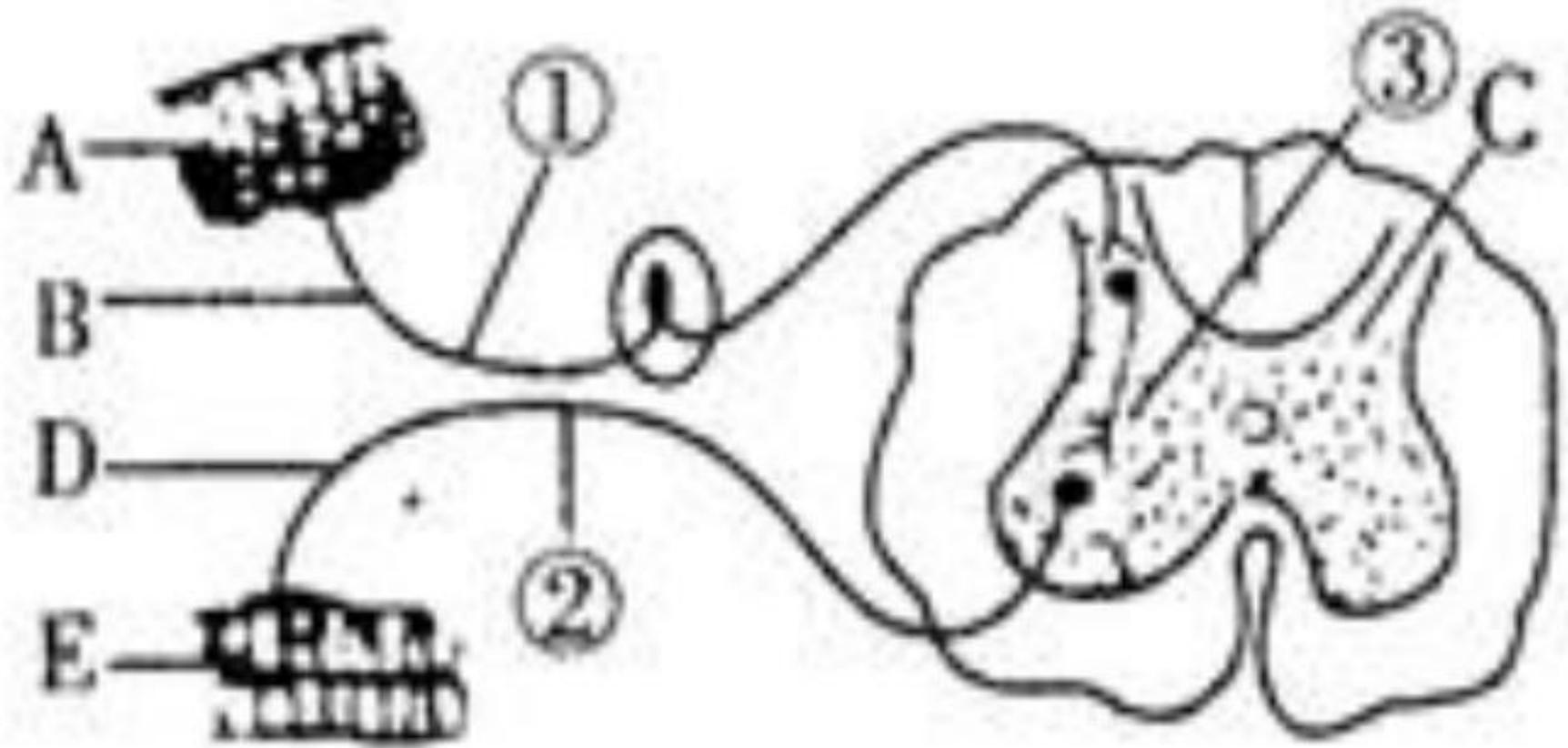
神经中枢 中间神经元群及其突触联系的集合体。分析与综合作用。一般位于脊髓、脑部

传出神经 由传入神经纤维组成。把神经冲动由中枢神经传导到效应器。

效应器 传出神经末梢和它所支配的肌肉或腺体。发生应答反应。

反射弧只有保持完整，才能完成反射活动。组成反射弧的任何部分受到损伤，反射活动都不能完成。损伤不同的结构造成的现象如下表：

感受器	传入神经	神经中枢	传出神经	效应器



【判断】 传入神经和传出神经



【提醒】

(1) **产生反应≠反射**:反射必须经过完整的反射弧。当电刺激传出神经或效应器时,都能使效应器产生反应,但不属于反射。

(2) **感受器、传入神经和神经中枢破坏后,产生的结果相同,但机理不同**:感受器破坏,无法产生兴奋;

传入神经破坏,无法传导兴奋;

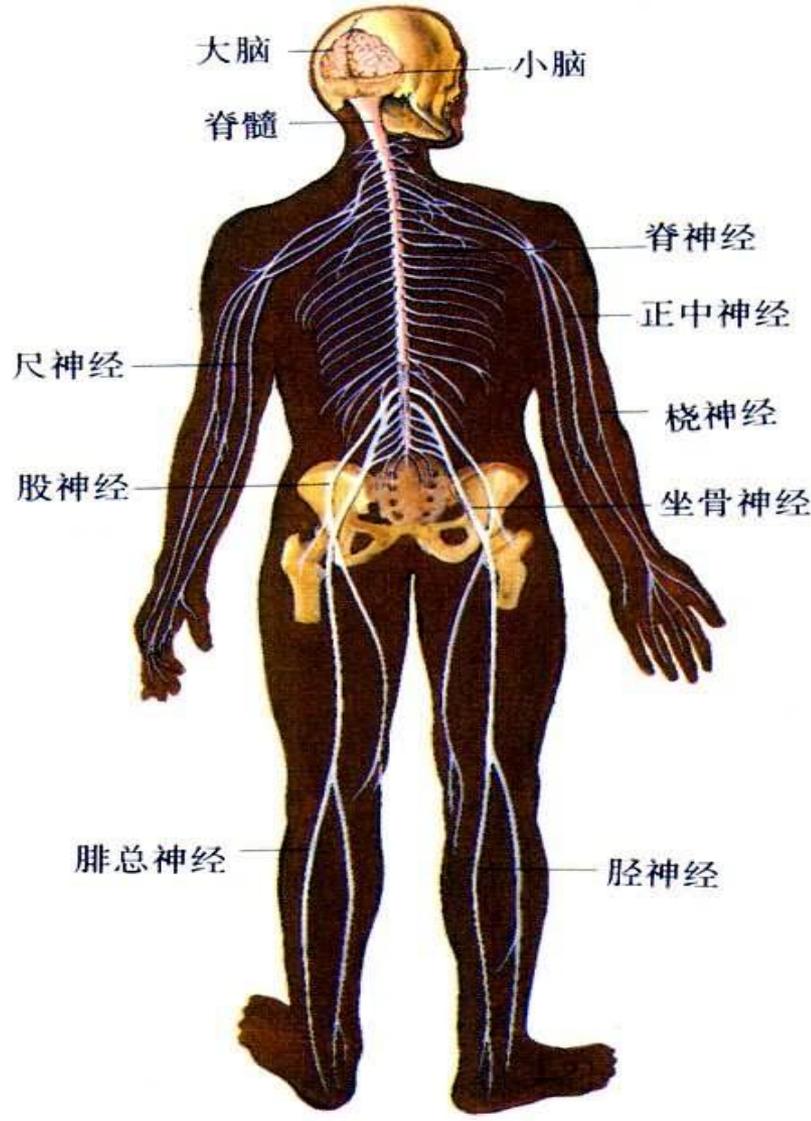
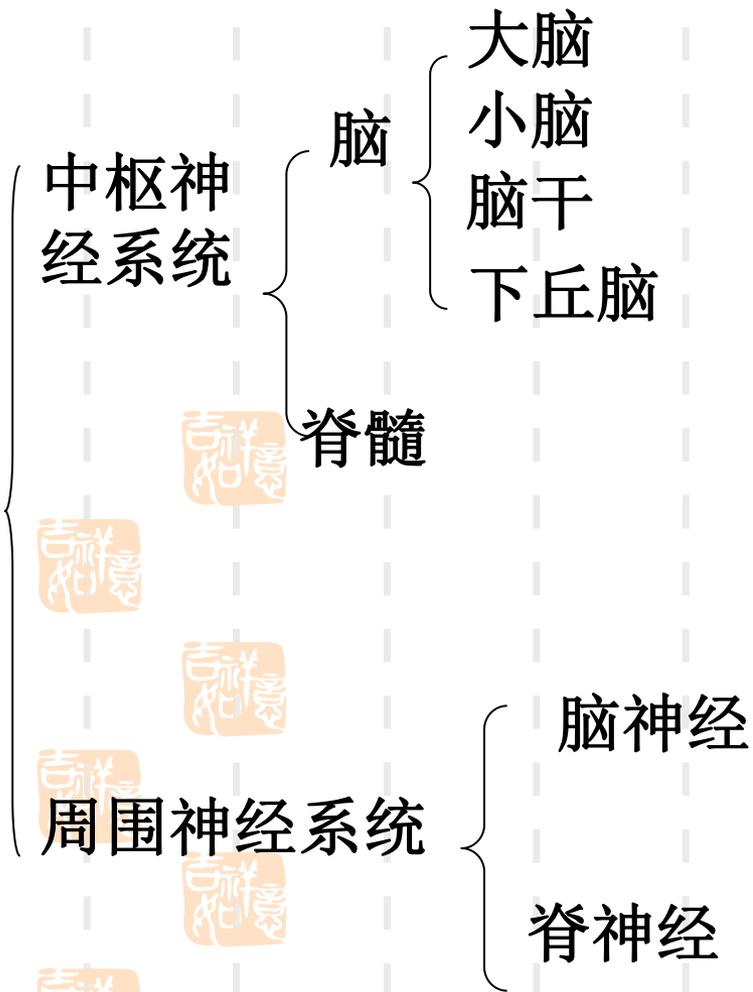
神经中枢破坏,无法分析和综合兴奋,也不能向大脑传导兴奋。

(3) **最简单的反射弧至少包括2个神经元**——传入(感觉)神经元和传出(运动)神经元。



考点2 神经系统的分级调节和人脑的高级功能

1.神经系统的分级调节

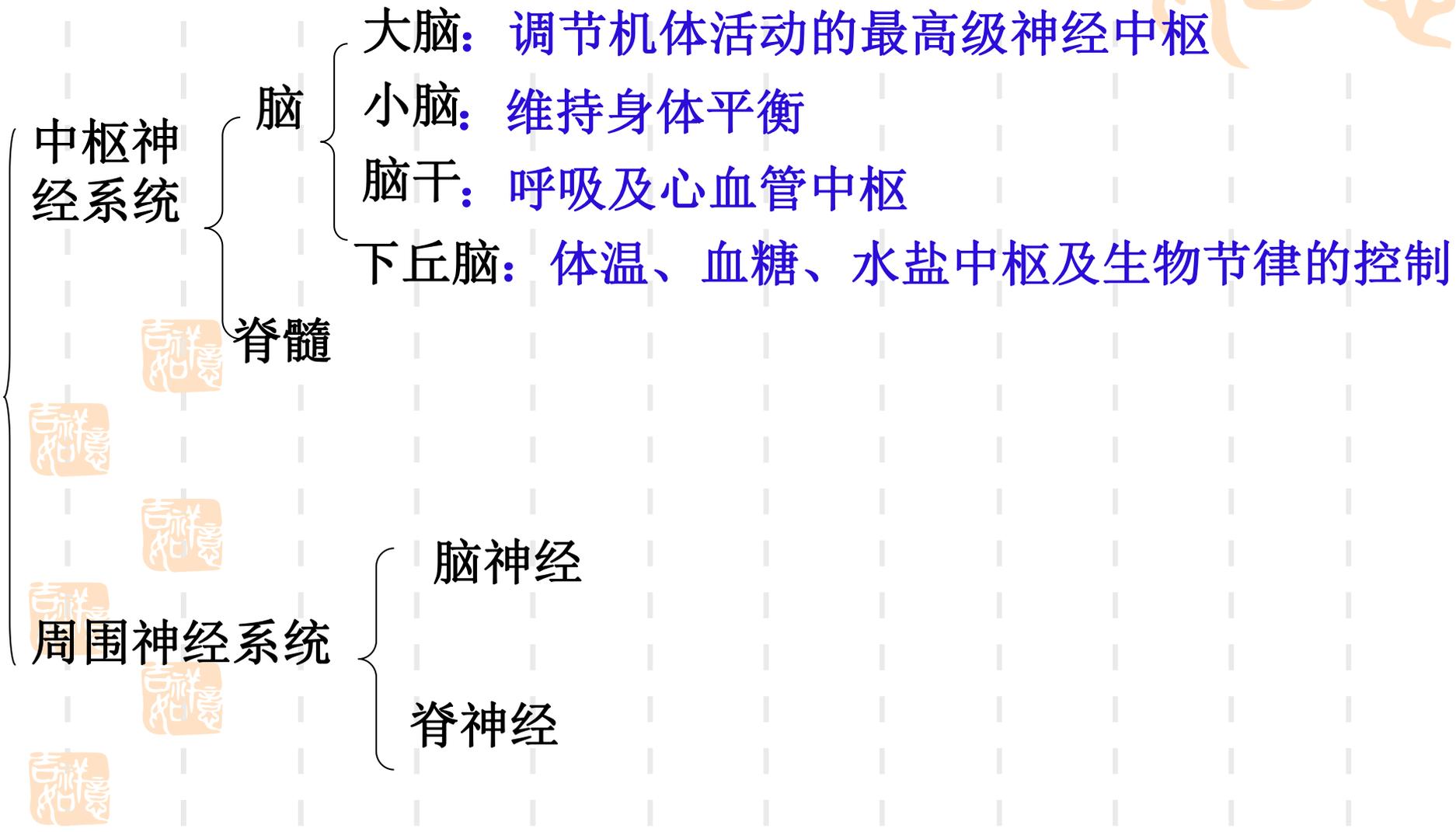


人的神经系统



考点2 神经系统的分级调节和人脑的高级功能

1. 神经系统的分级调节



【区别】中枢神经系统和神经中枢

中枢神经系统中含有许多神经中枢，分别负责调控某一特定的生理功能。同一生理功能可以由不同神经中枢控制，它们之间相互联系与调控。一般来说，位于脊髓的低级神经中枢受脑中相应的高级神经中枢的调控。



如图为人排尿反射的反射弧结构简图(表示从树突到细胞体到轴突), **A**是位于膀胱壁上的压力感受器, 当尿液对膀胱壁的压力达到一定值时, **A**就会产生兴奋。方框甲代表大脑皮层的部分区域, 乙代表脊髓控制排尿的神经中枢。下列有关此生理过程的分析, 正确的是 (**A**)

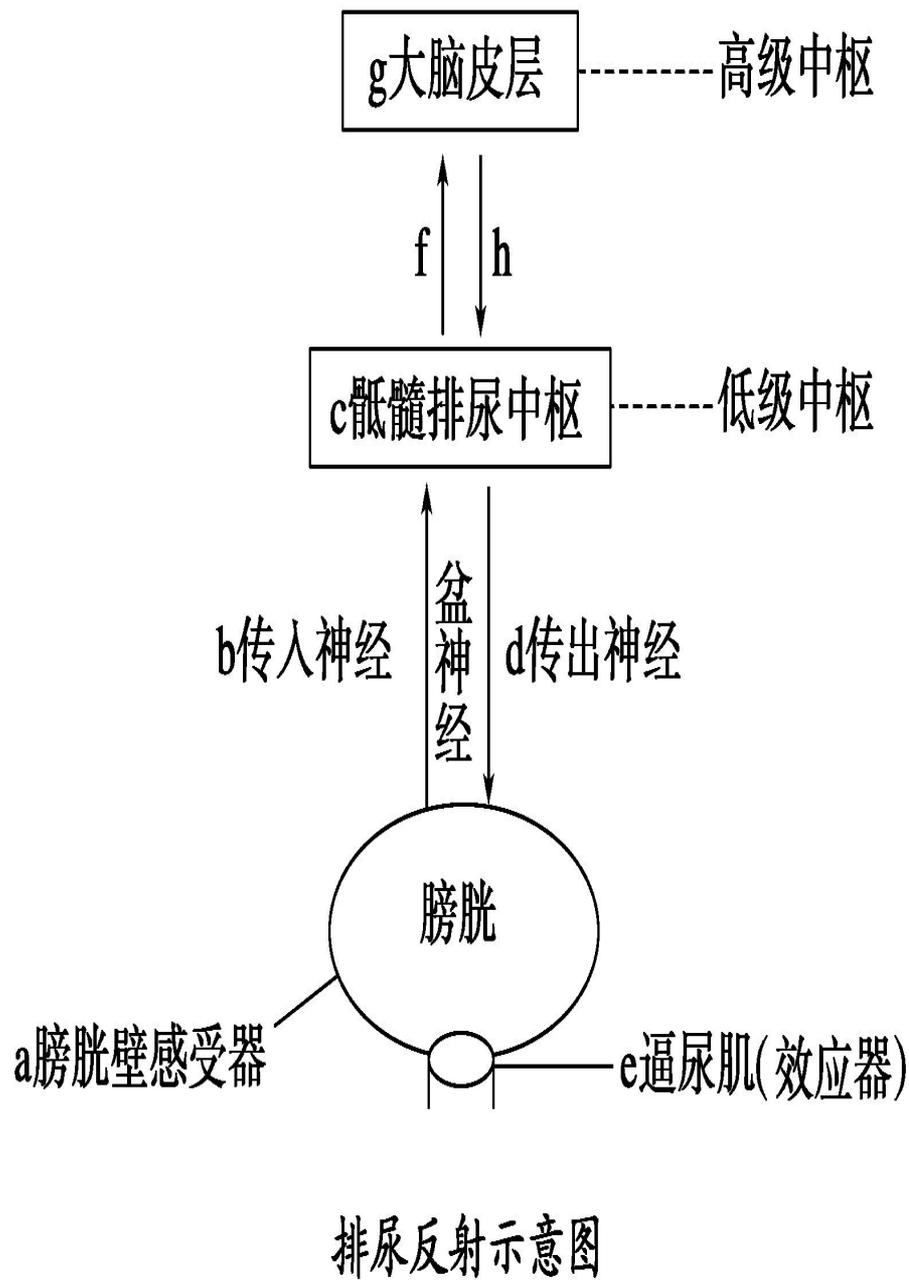


- A.** 新生婴儿的**A**兴奋, 就会引起**E**兴奋; 正常成年人的**A**兴奋, **E**不一定兴奋
- B.** 如果正常成年人的**N**兴奋, 一定会引起神经元**D**兴奋
- C.** 若**B**受损, 其他结构正常, 此人的排尿反射不会发生障碍
- D.** 若某人的**M**和**N**受到损伤, 在其他结构正常的情况下, 其排尿反射不会存在

结合下面排尿反射的示意图，
然后回答下列问题：

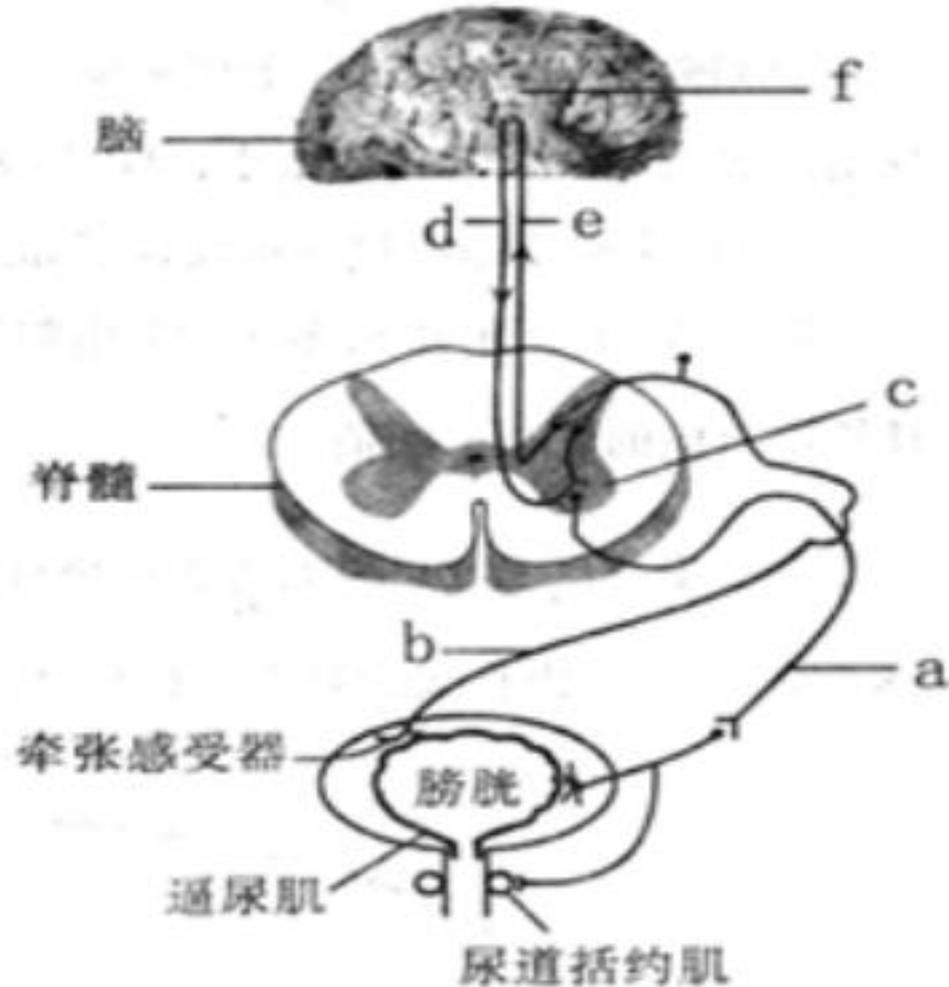
(1) 婴儿会尿床，也就是膀胱内尿满了就会排出，没有控制的意思，请写出婴儿的排尿反射的过程(用字母示) **a→b→c→d→e**。

(2) 成人能“憋尿”，但在医院尿检时，也能主动排尿，用字母和箭头表示主动排尿的过程 **g→h→c→d→e**。这个过程是反射吗？ **不是**。



排尿是一种复杂的反射活动，当膀胱充盈时，膀胱内牵张感受器受到刺激产生冲动，使人产生尿意。当环境条件适宜时，膀胱逼尿肌接收到冲动后收缩、尿道括约肌舒张，产生排尿反射。如图表示人体神经系统不同中枢对排尿的调节过程，请回答：

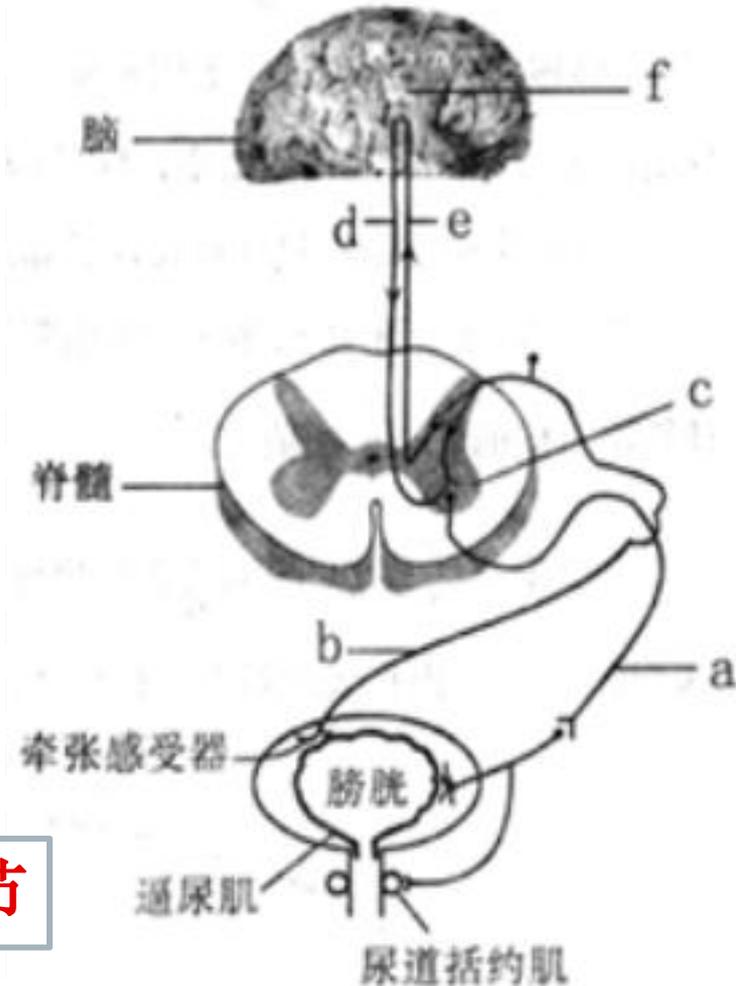
(1) 甲乙患者神经系统受损，但都能产生尿意。甲出现尿失禁，推测其受损的部位可能是图中的 **d** (填字母) 部位；乙排尿反射不能完成，大量尿液滞留在膀胱内，推测其受损部位可能是图中的 **c (或a、或ac)** (填字母) 部位。



排尿是一种复杂的反射活动，当膀胱充盈时，膀胱内牵张感受器受到刺激产生冲动，使人产生尿意。当环境条件适宜时，膀胱逼尿肌接收到冲动后收缩、尿道括约肌舒张，产生排尿反射。如图表示人体神经系统不同中枢对排尿的调节过程，请回答：

(2) 正常人排尿过程中，当逼尿肌开始收缩时，又刺激了膀胱壁内牵张感受器，由此导致膀胱逼尿肌反射性地进一步收缩，并使收缩持续到膀胱内尿液被排空为止，这种调节方式 **不属于** (填“属于”或“不属于”) 负反馈调节。

排尿、分娩的过程都是正反馈调节



考点2 神经系统的分级调节和人脑的高级功能

2.人脑的高级功能

(1) 人脑**特有**的高级功能是：语言功能，涉及听、说、读、写。



人类大脑皮层的言语区：

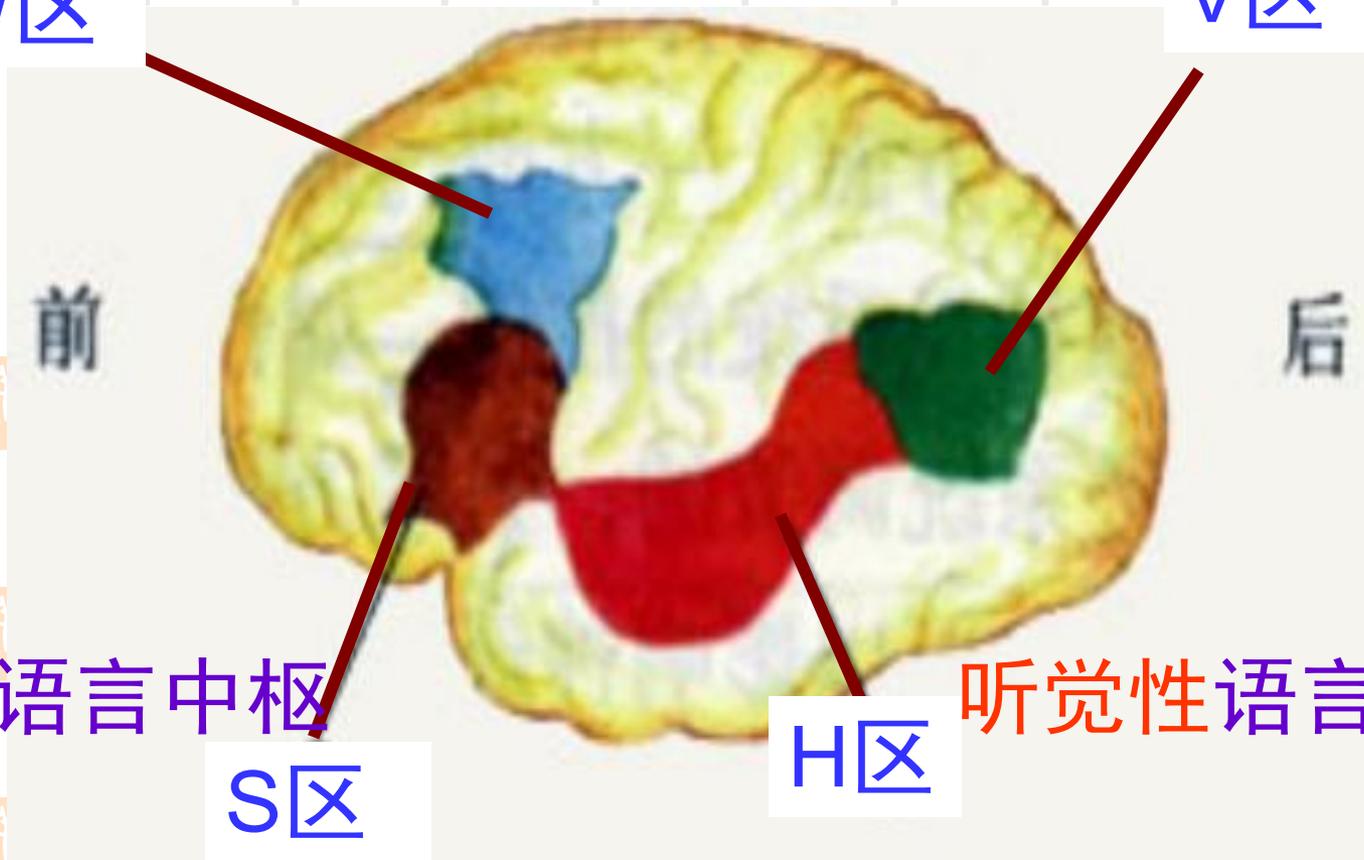
吉祥

书写性语言中枢

W区

视觉性语言中枢

V区



运动性语言中枢

S区

听觉性语言中枢

H区

吉祥

吉祥

吉祥

吉祥

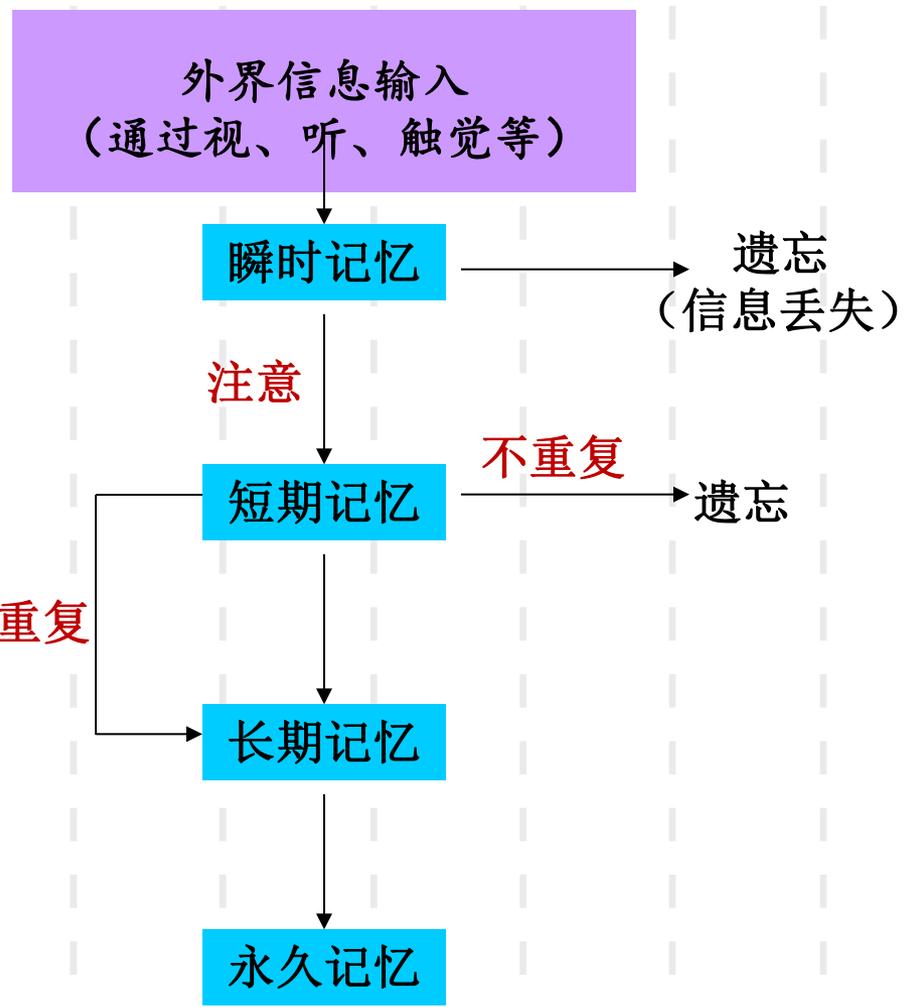
考点2 神经系统的分级调节和人脑的高级功能

2.人脑的高级功能

(2) 学习和记忆:

- ①学习和记忆涉及脑内神经递质的作用以及某些种类的蛋白质的合成。
- ②短期记忆只要与神经元的活动和神经元之间的联系有关，尤其是与大脑皮层下的一个形状像海马的脑区有关。
- ③长期记忆可能与新突触的建立有关。

吉祥如意



考点3 兴奋的传导

1.兴奋：指动物体或人体内的某些组织（如神经组织）或细胞感受外界刺激后，由相对静止状态变为显著活跃状态的过程。

产生兴奋的实质：产生动作电位



2. 兴奋在神经纤维上的传导

- (1) 传导形式: 电信号 / 神经冲动 / 局部电流
- (2) 传导过程:

吉祥慶

吉祥慶

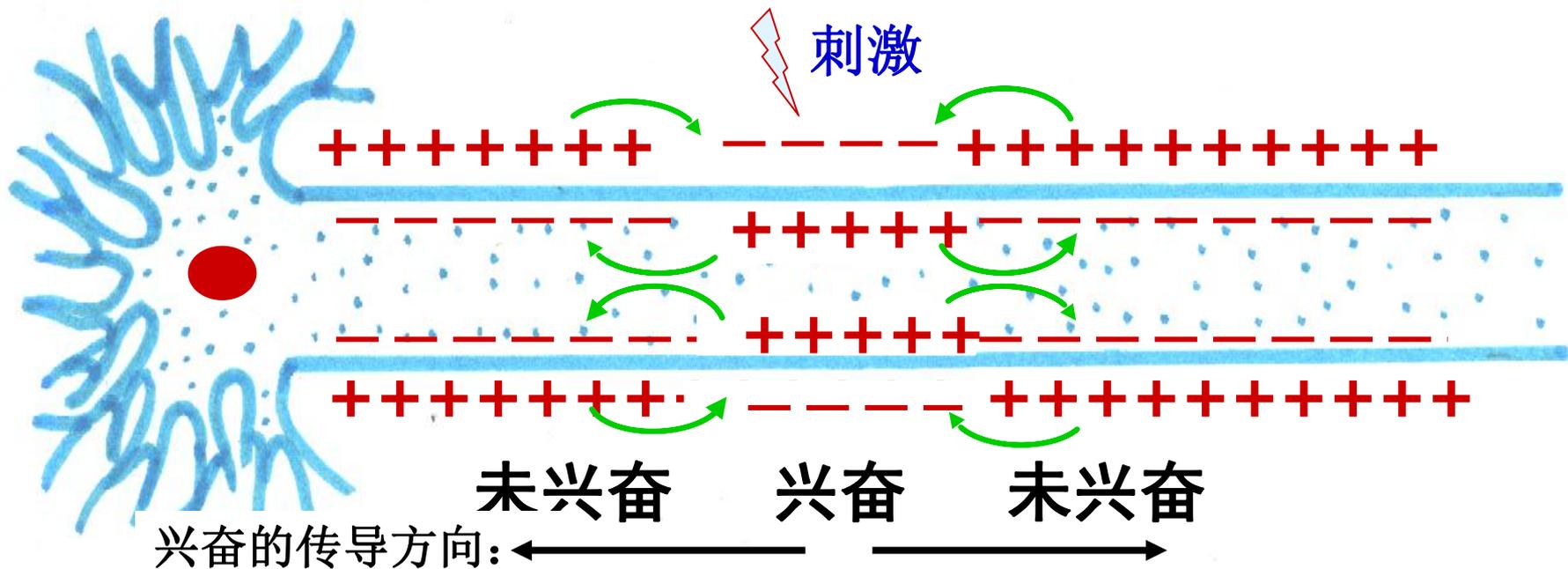
吉祥慶

吉祥慶

吉祥慶

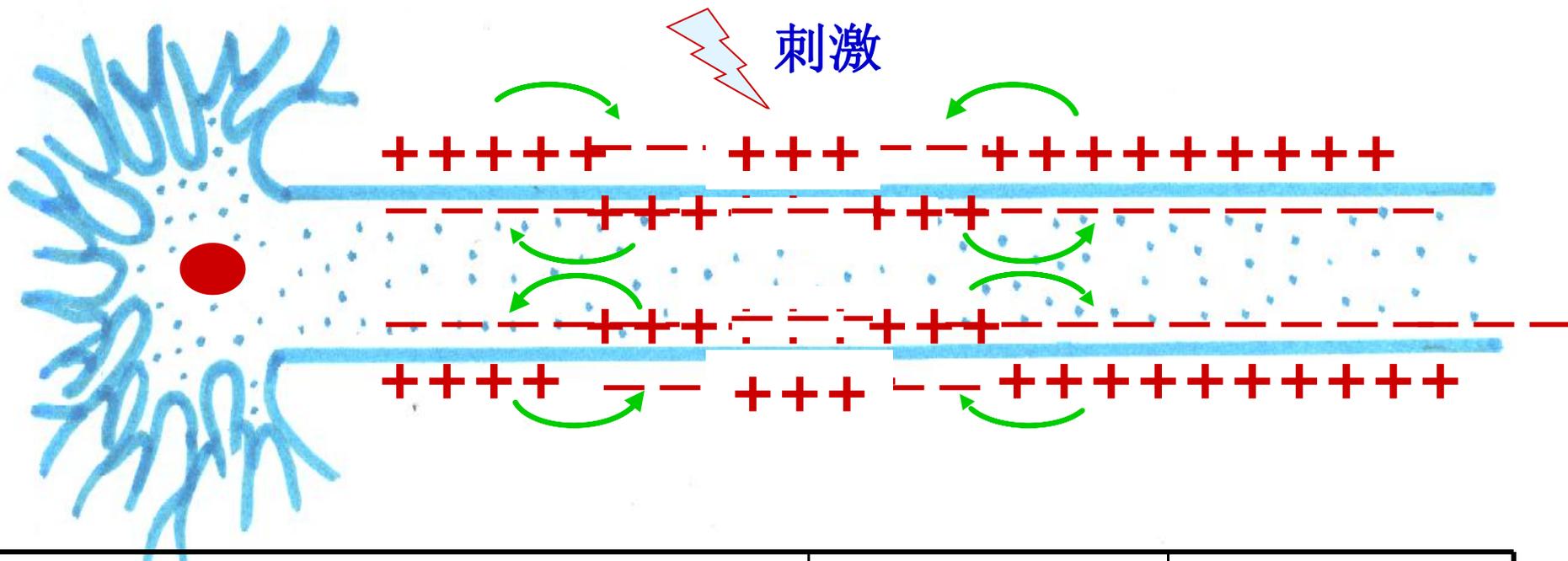
吉祥慶

吉祥慶

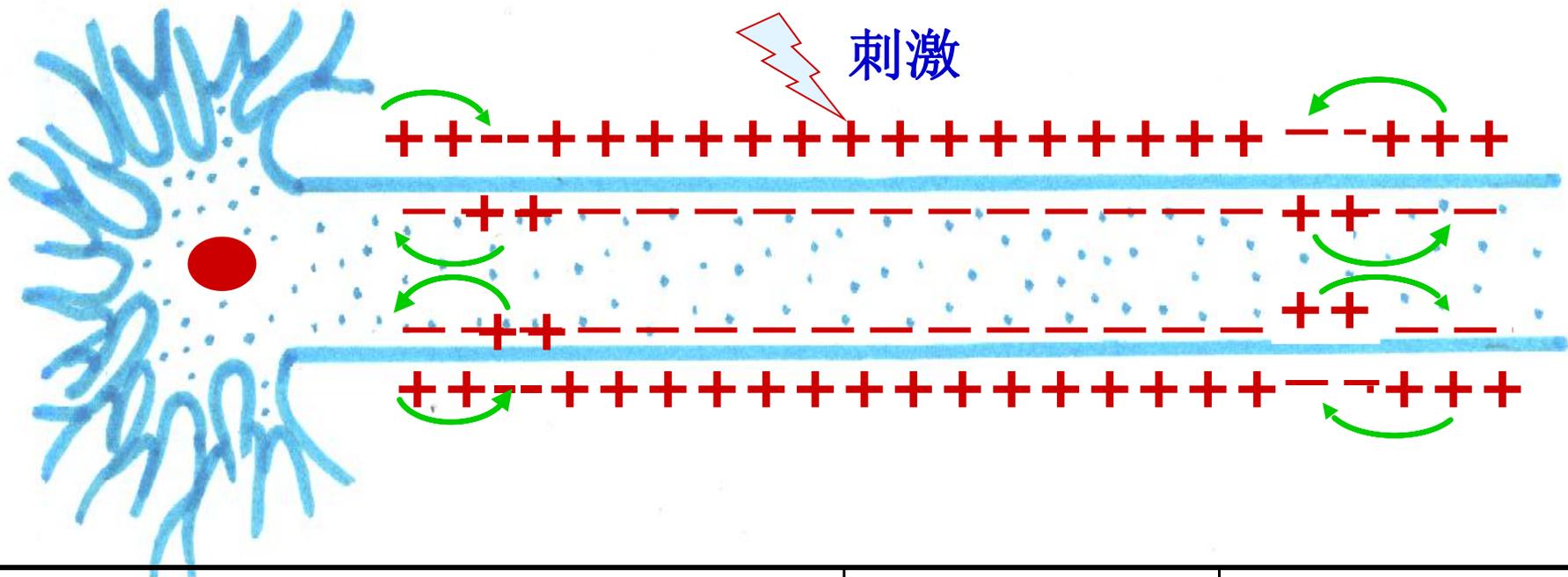


膜外局部电流方向与兴奋传导方向相反；
膜内局部电流方向与兴奋传导方向相同

细胞膜上的电位	膜内	K ⁺ 外流 (协助扩散)	Na ⁺ 内流 (协助扩散)
	膜外	未兴奋 → 兴奋	
局部电流方向	膜内	兴奋 → 未兴奋	



		静息时	兴奋时
细胞膜上的电位	膜外	+	-
	膜内	-	+
局部电流方向	膜外	未兴奋→兴奋	
	膜内	兴奋→未兴奋	



		静息时	兴奋时
细胞膜上的电位	膜外	+	-
	膜内	-	+
局部电流方向	膜外	未兴奋→兴奋	
	膜内	兴奋→未兴奋	



2.兴奋在神经纤维上的传导

(3) 传导特点:

离体神经纤维上兴奋双向传导。

在生物体内兴奋在神经纤维上只能单向传导，因为体内神经纤维上的神经冲动只能来自感受器





3. 兴奋在神经元间的传递

(1) 结构基础——突触

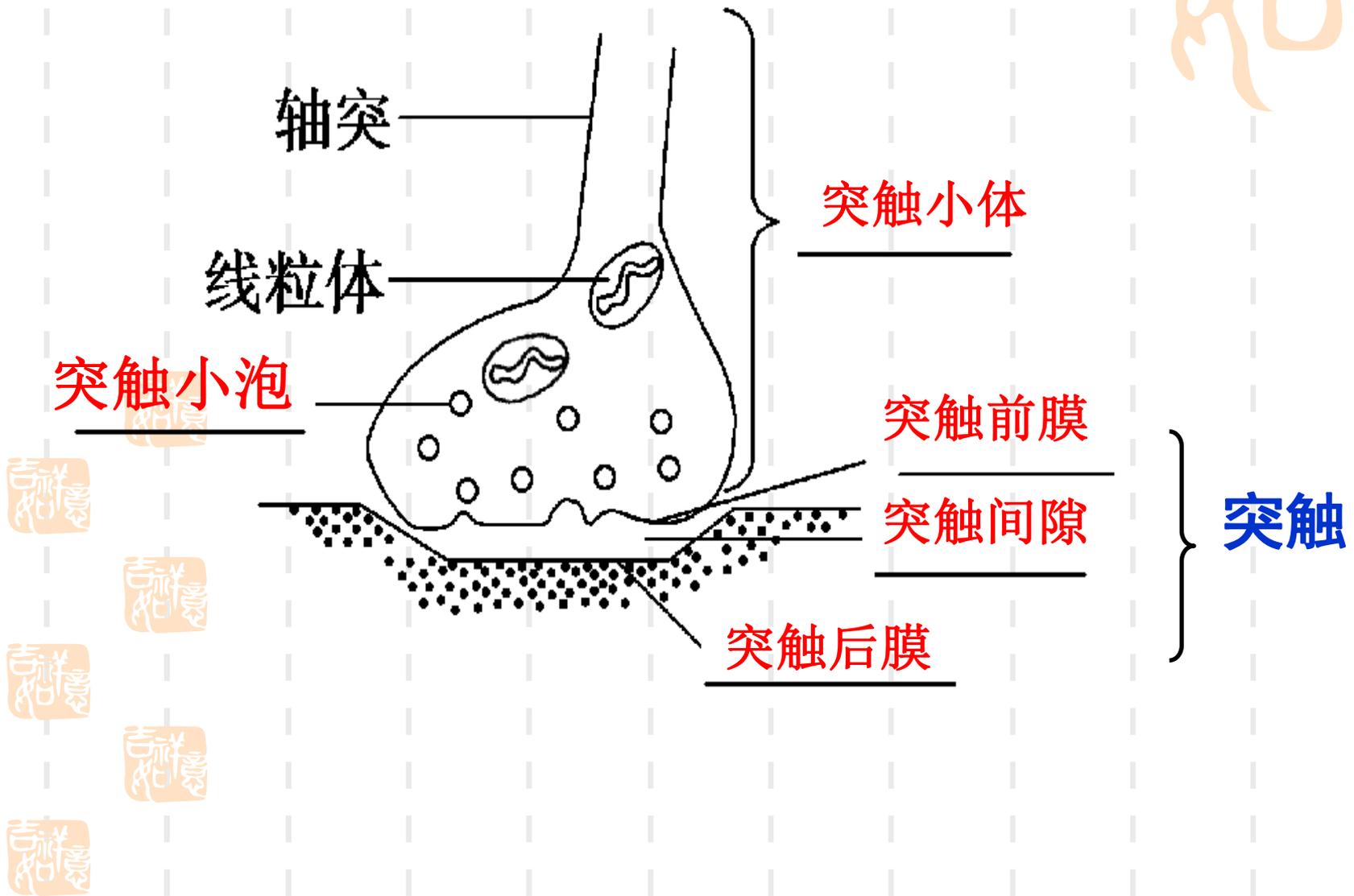
形成:

结构:



3. 兴奋在神经元间的传递

(1) 结构基础——突触

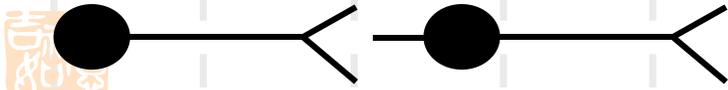


突触种类：

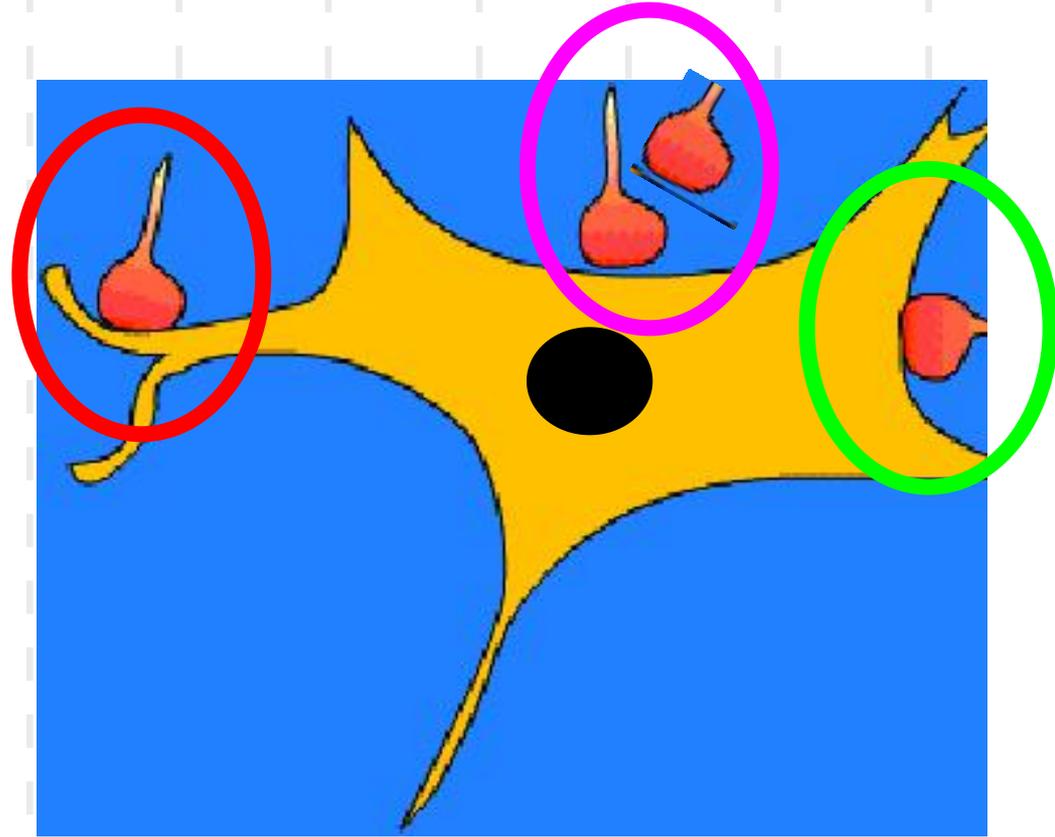
轴突—胞体型



轴突—树突型



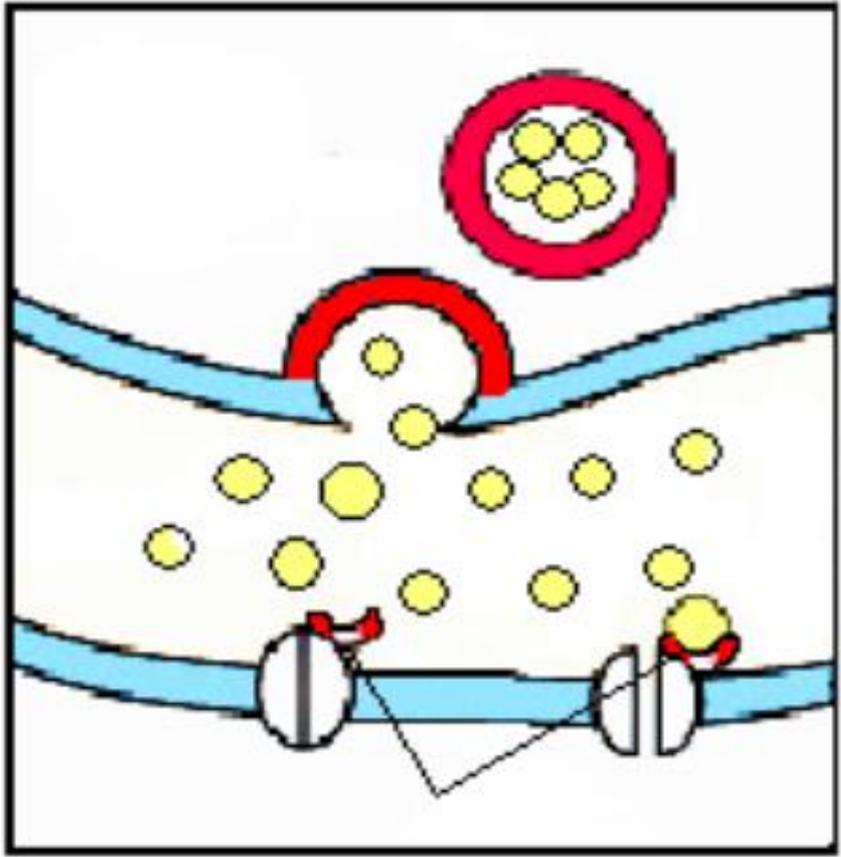
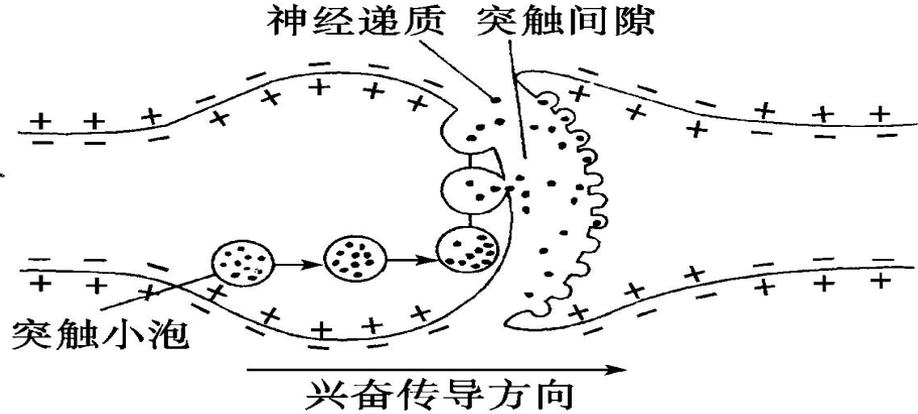
轴突—轴突型



吉祥如意

3. 兴奋在神经元间的传递

(2) 传递过程



如思

吉祥



3. 兴奋在神经元间的传递

(3) 神经递质——信号分子

① 供体：轴突末端突触小体内的突触小泡

释放方式：胞吐，耗能，体现了生物膜的流动性

② 受体：突触后膜上的特异性受体

③ 种类及作用：

兴奋性递质： Na^+ 通道打开， Na^+ 内流，产生动作电位，引起下一个神经元的兴奋

抑制性递质： Cl^- 通道打开， Cl^- 内流后，强化外正内负的静息电位，使突触后膜难以兴奋，从而表现为抑制作用

④ 作用后去向：

迅速被酶分解；被重吸收到突触小体；扩散离开突触间隙。
为下一次兴奋做准备

3.兴奋在神经元间的传递

(4) 传递特点:

①单向传递

方向: 只能由轴突传到细胞体或树突

原因: 神经递质只存在于突触前膜的**突触小泡**中, 只能由**突触前膜**释放, 作用于突触后膜。

②突触延搁:

一个反射弧中突触数量越多, 该反射所需时间越长

原因: 兴奋在突触处的传递比神经纤维上的传导慢



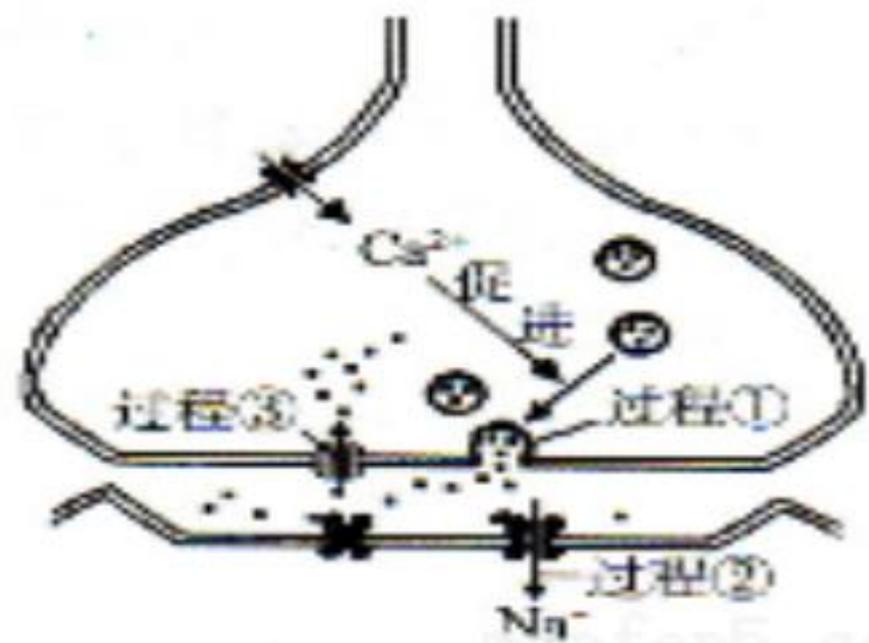
【例】下列关于神经兴奋的叙述,正确的是 (D)

- A. 神经元受到刺激时,贮存于突触小泡内的神经递质就会释放出来
- B. 神经递质在突触间隙中的移动消耗ATP
- C. 神经元细胞膜外 Na^+ 的内流是形成静息电位的基础
- D. 神经细胞兴奋后恢复为静息状态消耗ATP

【例】获2013年诺贝尔奖的科学家发现了与囊泡运输相关的基因及其表达蛋白的功能,揭示了信号如何引导囊泡精确释放运输物。突触小泡属于囊泡,以下相关叙述,错误的是 (B)

- A. 神经元中的线粒体为突触小泡的运输提供了能量
- B. 神经元特有的基因决定了突触小泡的运输方式
- C. 突触前膜的特定蛋白决定了神经递质的释放位置
- D. 突触小泡中运输物的释放受到神经冲动的影响

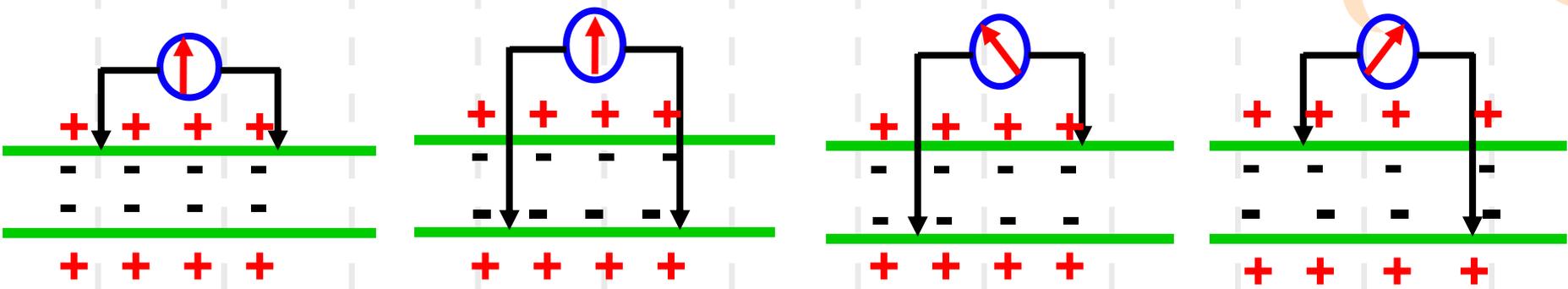
【例】下图为突触结构和功能的模式图，下列有关叙述不恰当的是 **C**



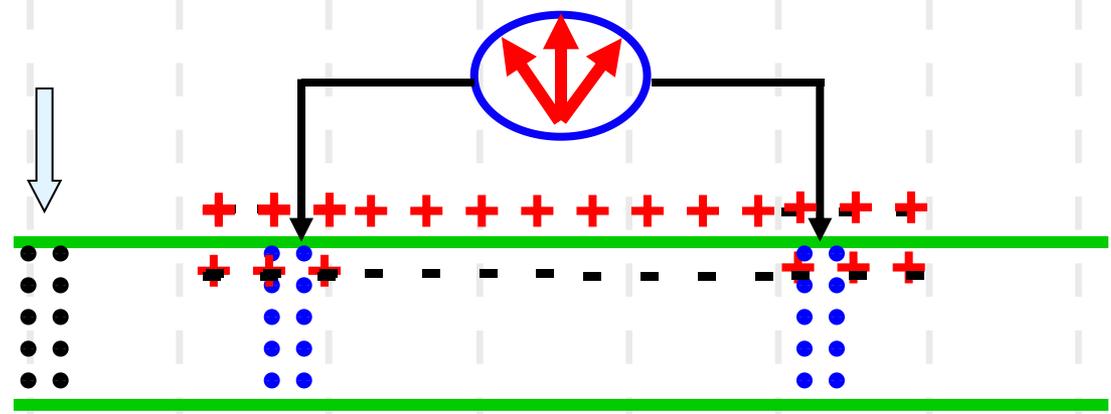
- A. 瞬间增大轴突末端细胞膜对 Ca^{2+} 的通透性会加速神经递质的释放
- B. 过程①体现了细胞膜具有流动性
- C. 过程②表示神经递质进入突触后膜所在的神经元
- D. 过程③可避免突触后膜持续兴奋

考点4 电流表指针偏转问题

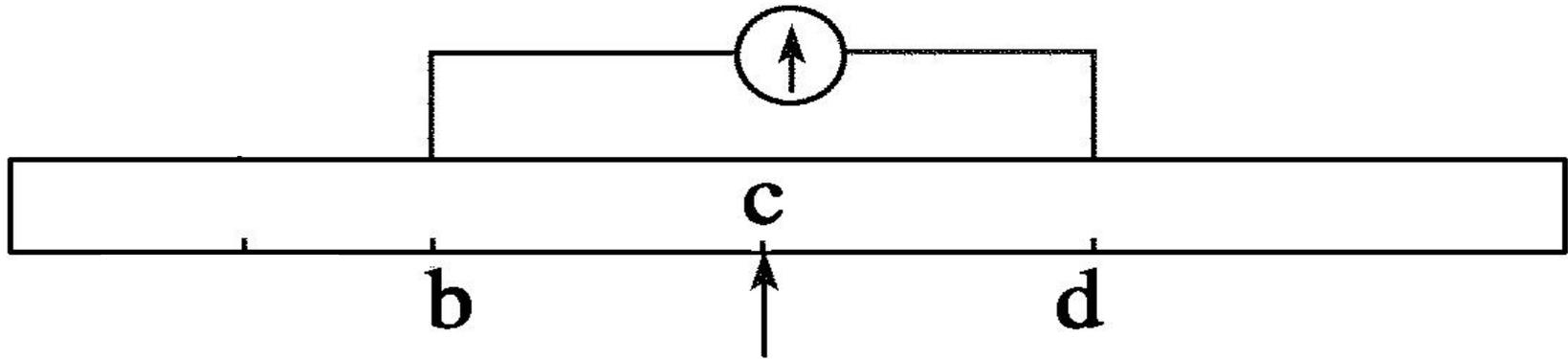
1、神经元未受刺激时，静息电位（内负外正）



2、神经元受到刺激时，动作电位（内正外负）



I 在神经纤维上 $bc=cd$



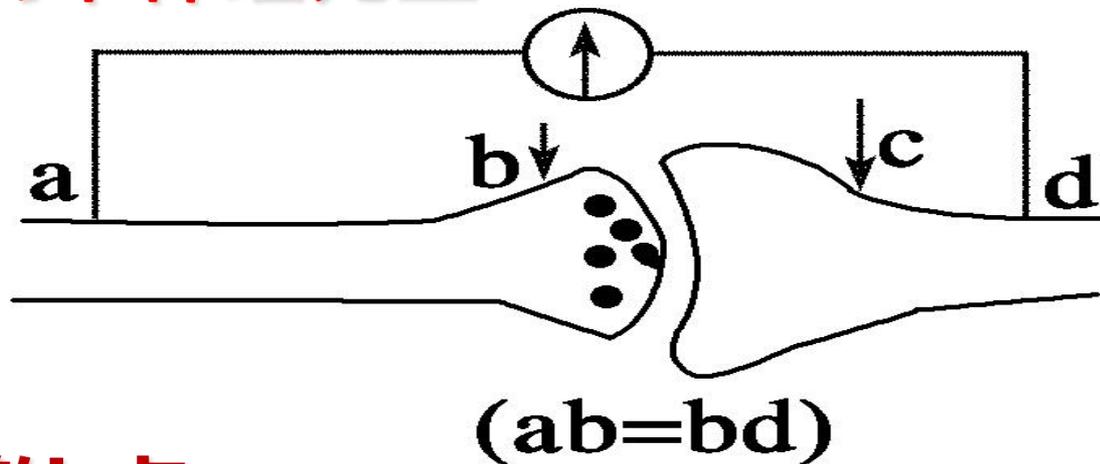
刺激c点

b点和d点同时兴奋，电流计不发生偏转。

刺激其他点

b点和d点不同时兴奋，电流计发生两次方向相反的偏转。

II 在两个神经元上



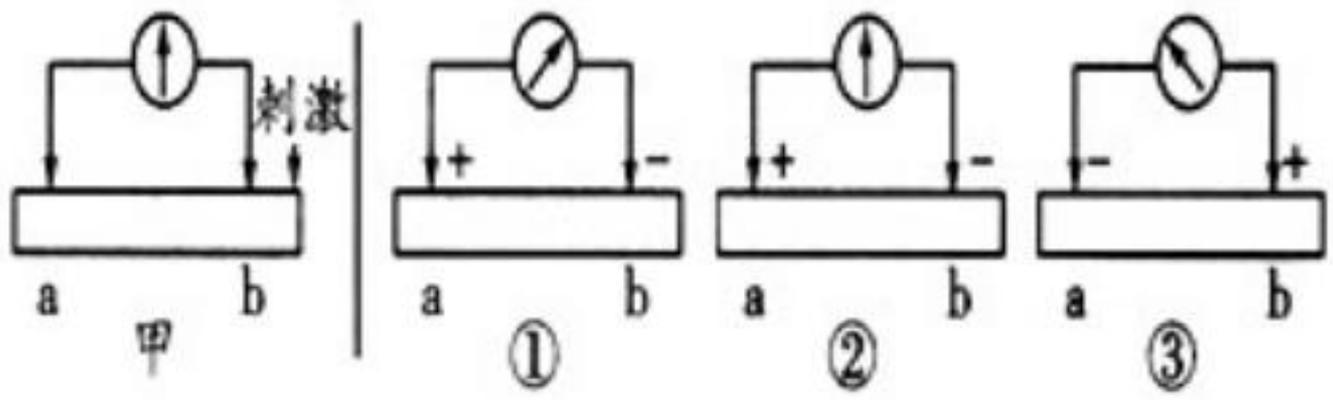
① 刺激b点

由于兴奋在突触间的传导速度小于在神经纤维上的传导速度，a点先兴奋，d点后兴奋，电流计发生两次方向相反的偏转。

② 刺激c点

兴奋不能传至a点，a点不兴奋，d点可兴奋，电流计只发生一次偏转。

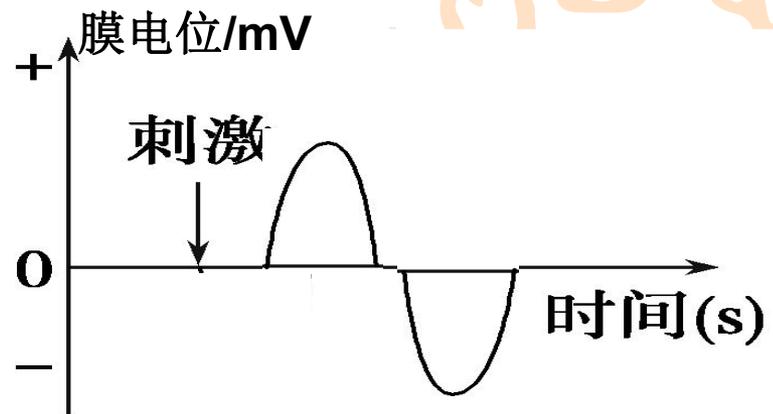
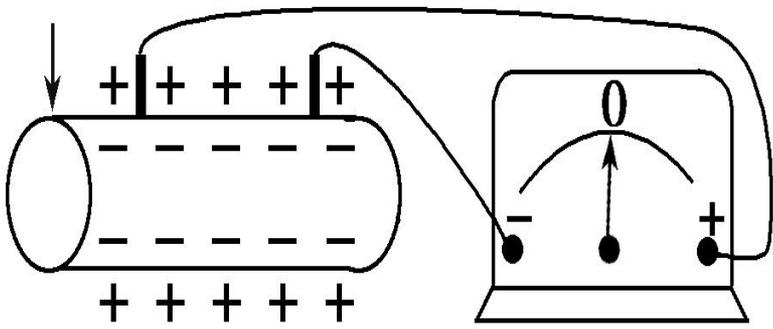
【例】若在图甲所示神经纤维的右侧给予一适当的刺激，则电流表偏转的顺序依次是 **A**



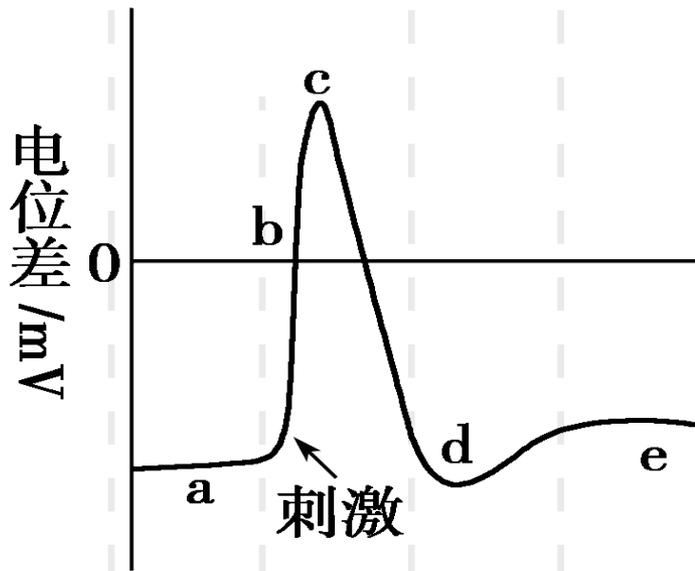
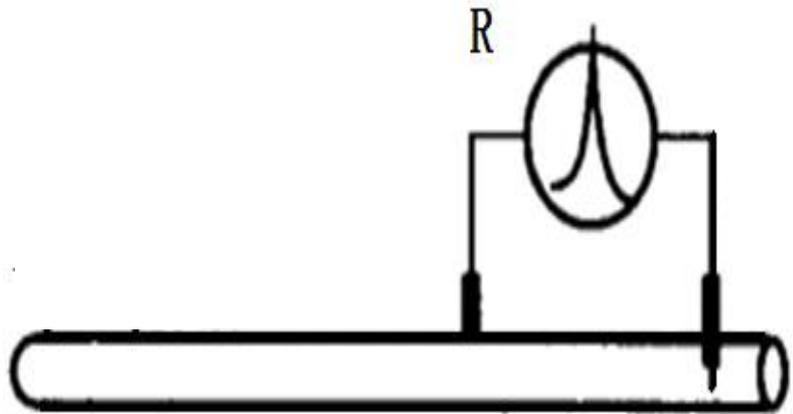
- A. ② → ① → ② → ③ → ②
- B. ② → ③ → ② → ① → ②
- C. ① → ② → ③ → ② → ③
- D. ③ → ② → ① → ② → ③

考点5 膜电位变化曲线分析

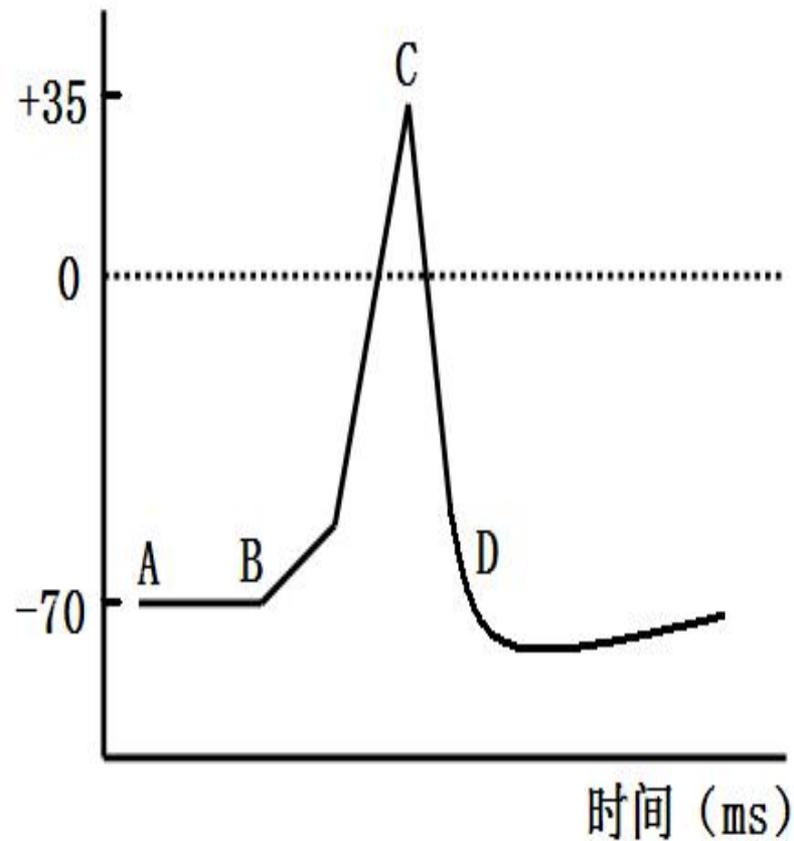
1、电表探针均接膜外或膜内



2、电表探针一个膜外一个膜内



膜电位 (mV)



①AB段，神经细胞处于静息状态：细胞膜对 K^+ 通透性大， K^+ 外流，膜两侧的电位表现为外正内负；

②BC段，动作电位的形成：神经细胞受刺激时，细胞膜对 Na^+ 通透性增大， Na^+ 大量内流，膜内外的电位出现反转，表现为外负内正；

③CD段，恢复静息电位： Na^+ 通道关闭， K^+ 通道打开， K^+ 大量外流，膜两侧的电位表现为外正内负；

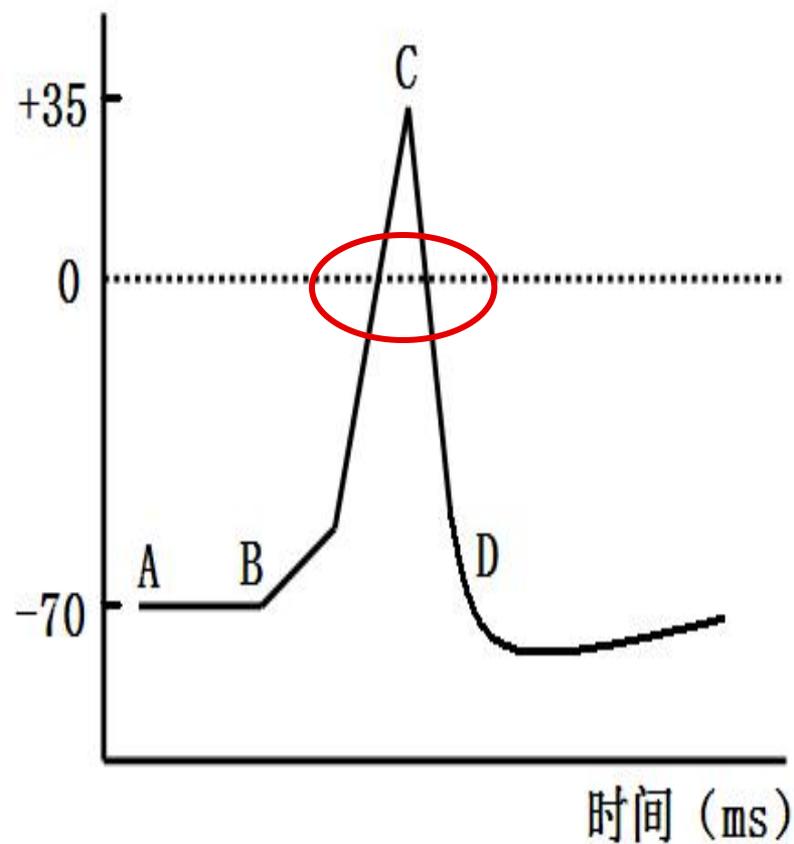
④一次兴奋完成后，钠钾泵（主动运输）将细胞内的 Na^+ 泵出，将细胞外的 K^+ 泵入，以维持细胞内 K^+ 浓度高和细胞外 Na^+ 浓度高的状态，为下一次兴奋做好准备。

如蒙

吉祥

吉祥

膜电位 (mV)



注意:

①动作电位的形成和静息电位的恢复中都会有0电位的出现

②C点表示动作电位的峰值，其大小与膜外 Na^+ 浓度成正比。

原因：动作电位的形成是因为 Na^+ 的内流，是协助扩散。 Na^+ 是膜外高于膜内，膜外越多，浓度差越大，扩散越多，动作电位峰值越高。

③静息电位绝对值大小与膜外 K^+ 浓度成反比。

原因：静息电位的形成是因为 K^+ 的外流，是协助扩散。 K^+ 是膜内高于膜外，膜外越多，浓度差越小，扩散越少，静息电位绝对值越低。

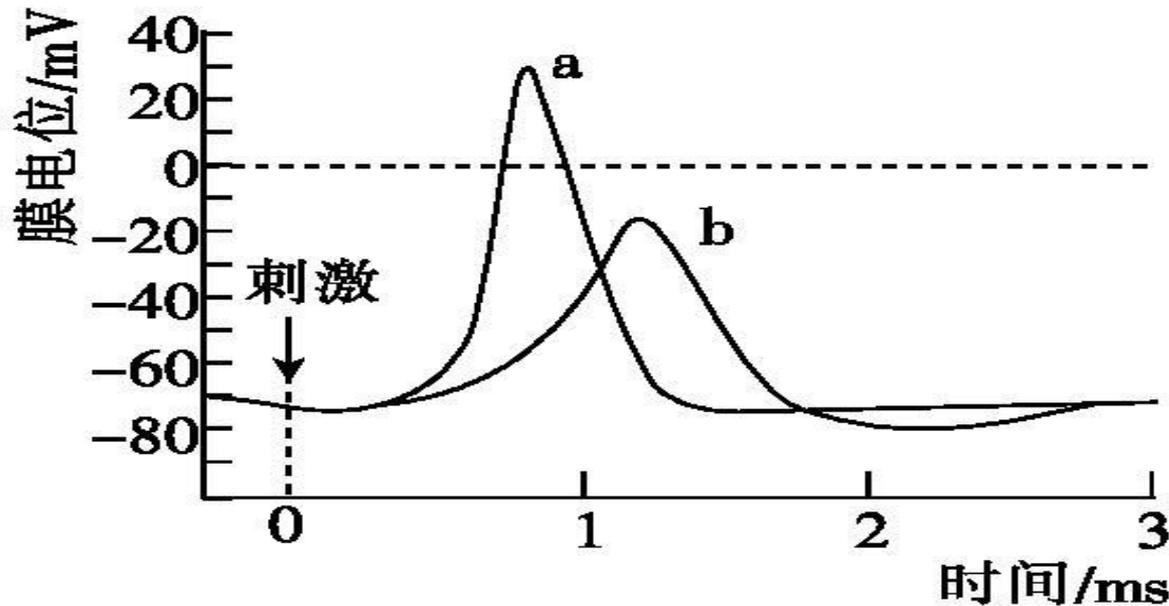
如蒙

吉祥

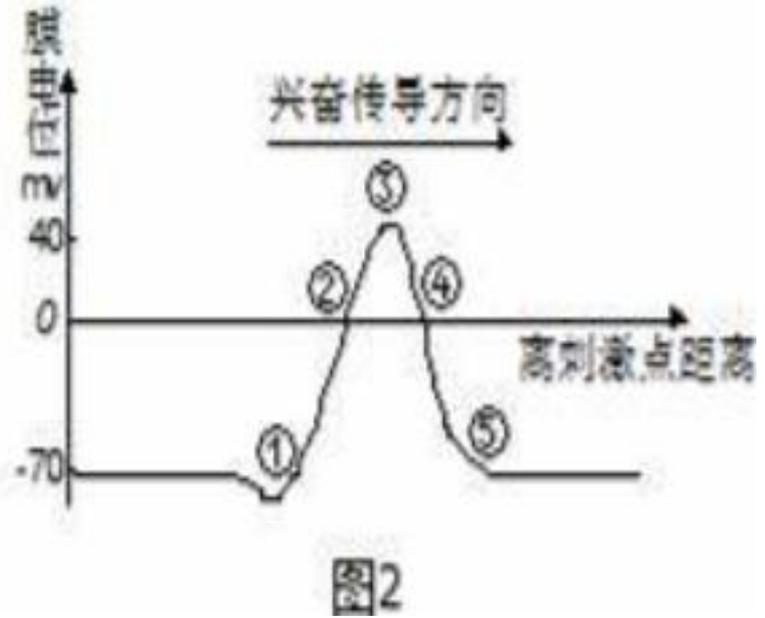
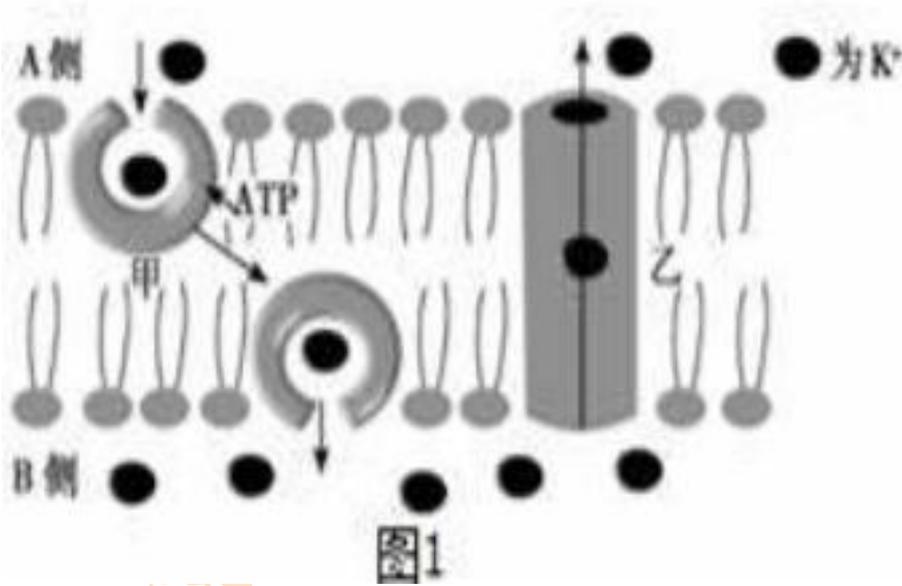
吉祥

【例1】 下图表示枪乌贼离体神经纤维在 Na^+ 浓度不同的两种海水中受刺激后的膜电位变化情况。下列描述错误的是()

- A. 曲线a代表正常海水中膜电位的变化
- B. 两种海水中神经纤维的静息电位相同
- C. 低 Na^+ 海水中神经纤维静息时, 膜内 Na^+ 浓度高于膜外
- D. 正常海水中神经纤维受刺激时, 膜外 Na^+ 浓度高于膜内



【例2】 以下图1表示神经纤维在静息和兴奋状态下 K^+ 跨膜运输的过程，其中甲为某种载体蛋白，乙为通道蛋白，该通道蛋白是横跨细胞膜的亲水性通道。图2表示兴奋在神经纤维上的传导过程。下列有关分析正确的是（ ）



- A. 图1 A侧为神经细胞膜的内侧，B侧为神经细胞膜的外侧
- B. 图1运输 K^+ 的载体蛋白甲和通道蛋白乙也都能运输 Na^+
- C. 图2兴奋传导过程中，动作电位随着传导距离的增加而衰减
- D. 图2②处 K^+ 通道开放；④处 Na^+ 通道开放

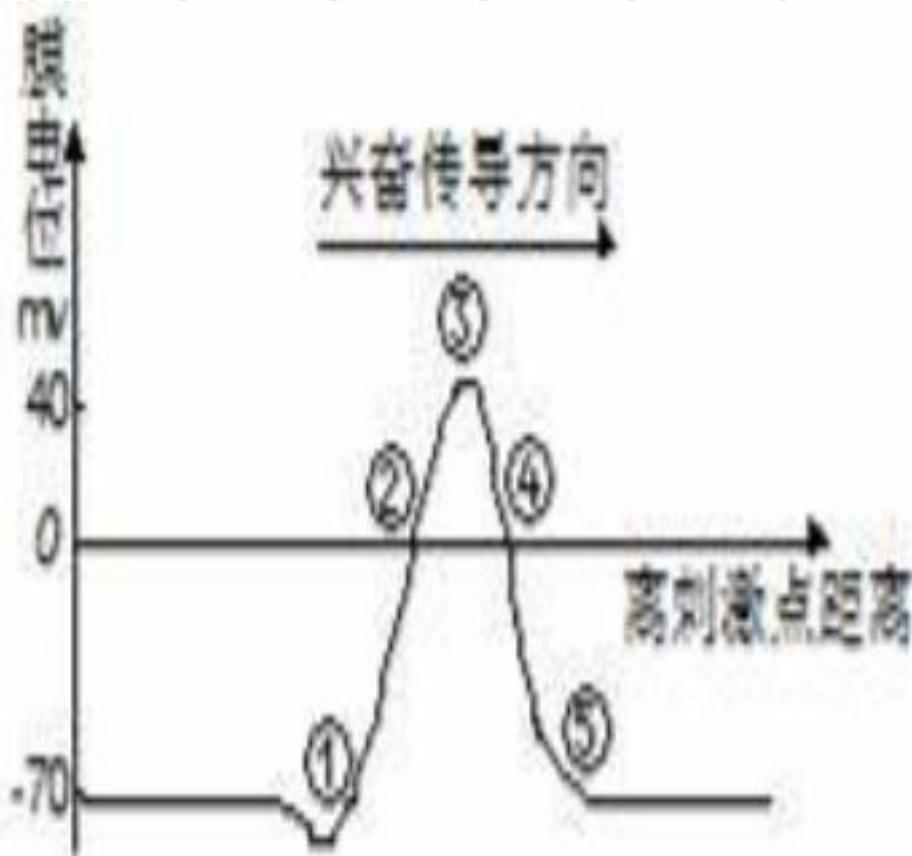
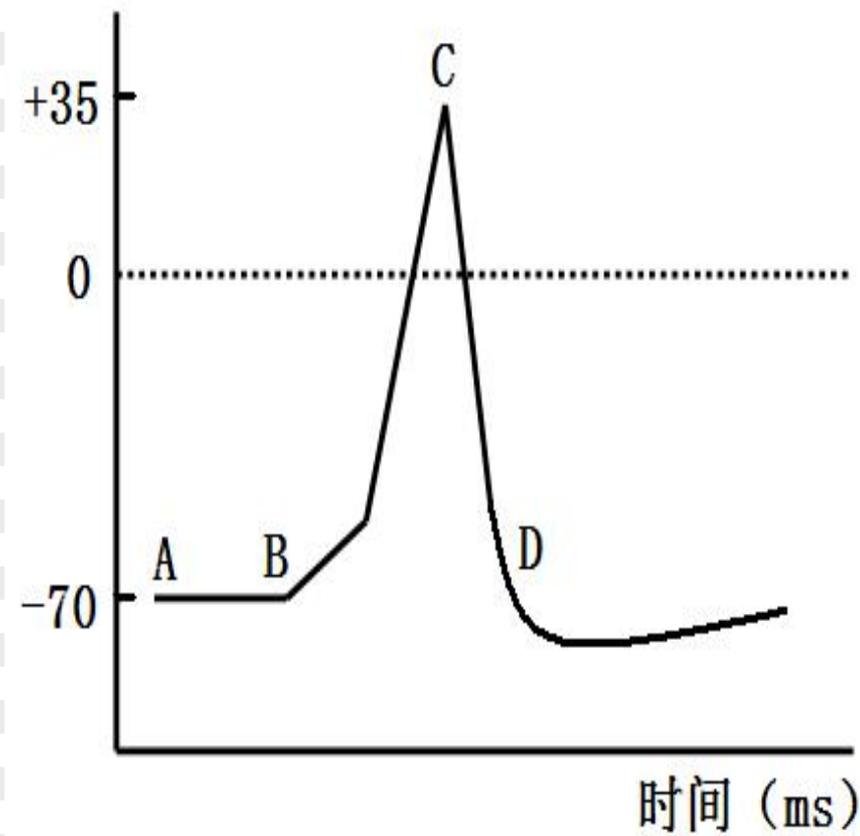
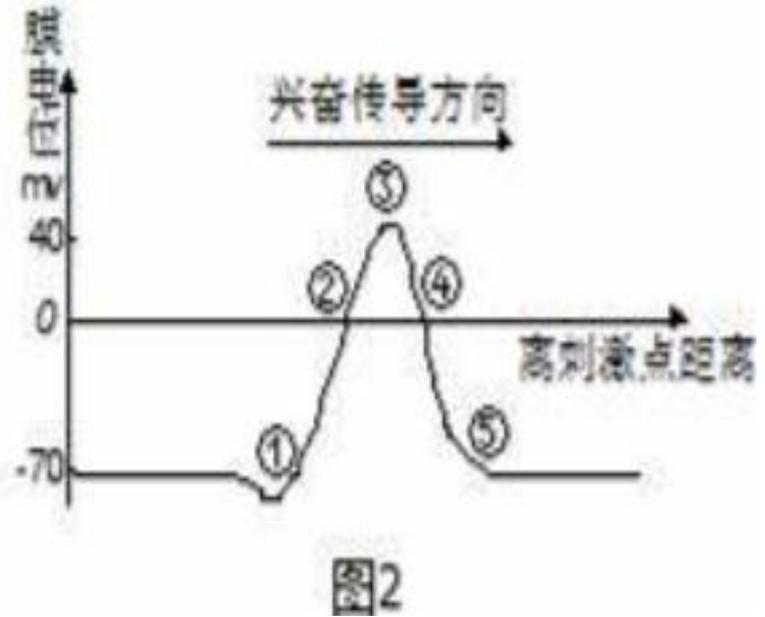
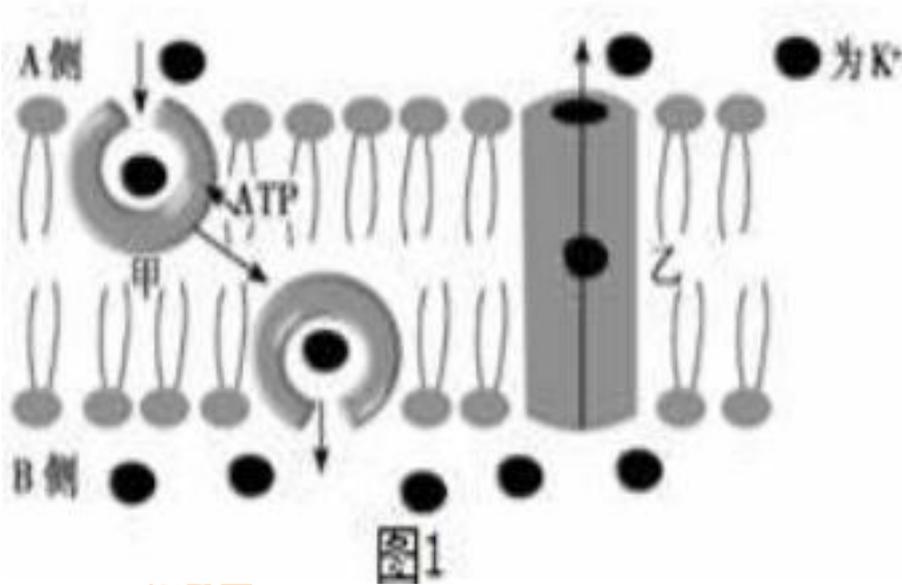


图2

膜电位 (mV)



【例2】 以下图1表示神经纤维在静息和兴奋状态下 K^+ 跨膜运输的过程，其中甲为某种载体蛋白，乙为通道蛋白，该通道蛋白是横跨细胞膜的亲水性通道。图2表示兴奋在神经纤维上的传导过程。下列有关分析正确的是（ **D** ）



- A. 图1 A侧为神经细胞膜的内侧，B侧为神经细胞膜的外侧
- B. 图1运输 K^+ 的载体蛋白甲和通道蛋白乙也都能运输 Na^+
- C. 图2兴奋传导过程中，动作电位随着传导距离的增加而衰减
- D. 图2②处 K^+ 通道开放；④处 Na^+ 通道开放

突触传递异常分析

- ①若某种有毒物质将分解神经递质的相应酶变性失活，则突触后膜会持续兴奋或抑制。
- ②若突触后膜上受体位置被某种有毒物质占据，则神经递质不能与之结合，突触后膜不会产生电位变化，阻断信息传递。

