

神经调节

考纲考情——知考向		核心素养——提考能	
最新考纲	1.人体神经调节的结构基础和调节过程(Ⅱ) 2.神经冲动的产生、传导和传递(Ⅱ) 3.人脑的高级功能(Ⅰ)	生命观念	神经细胞的结构与兴奋的传导相适应
		科学思维	研究反射弧的结构模型,归纳与概括兴奋的产生和传递原理
近三年考情	2019·全国卷Ⅰ(30)、 2018·全国卷Ⅲ(3)、 2017·全国卷Ⅱ(5)	科学探究	验证反射弧的完整性



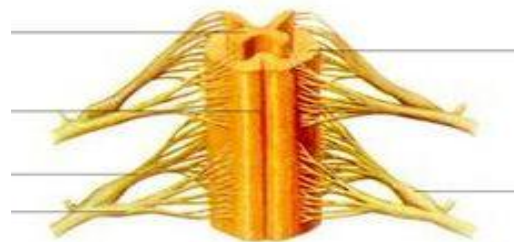
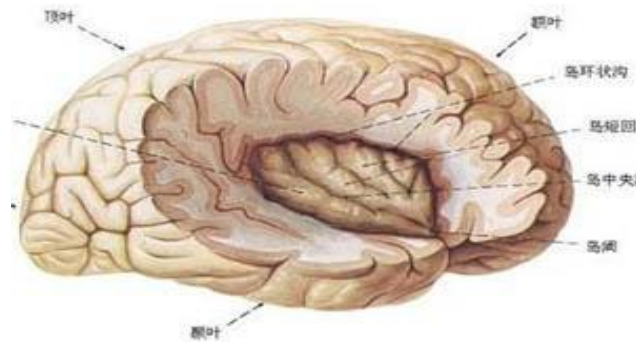
一、神经系统的组成

中枢神经系统
(最主要)

脑

大脑
小脑
下丘脑
脑干

脊髓



周围神经系统

脑神经(12对): 由脑发出, 主要分布在头面部, 负责管理头面部的感觉和运动。

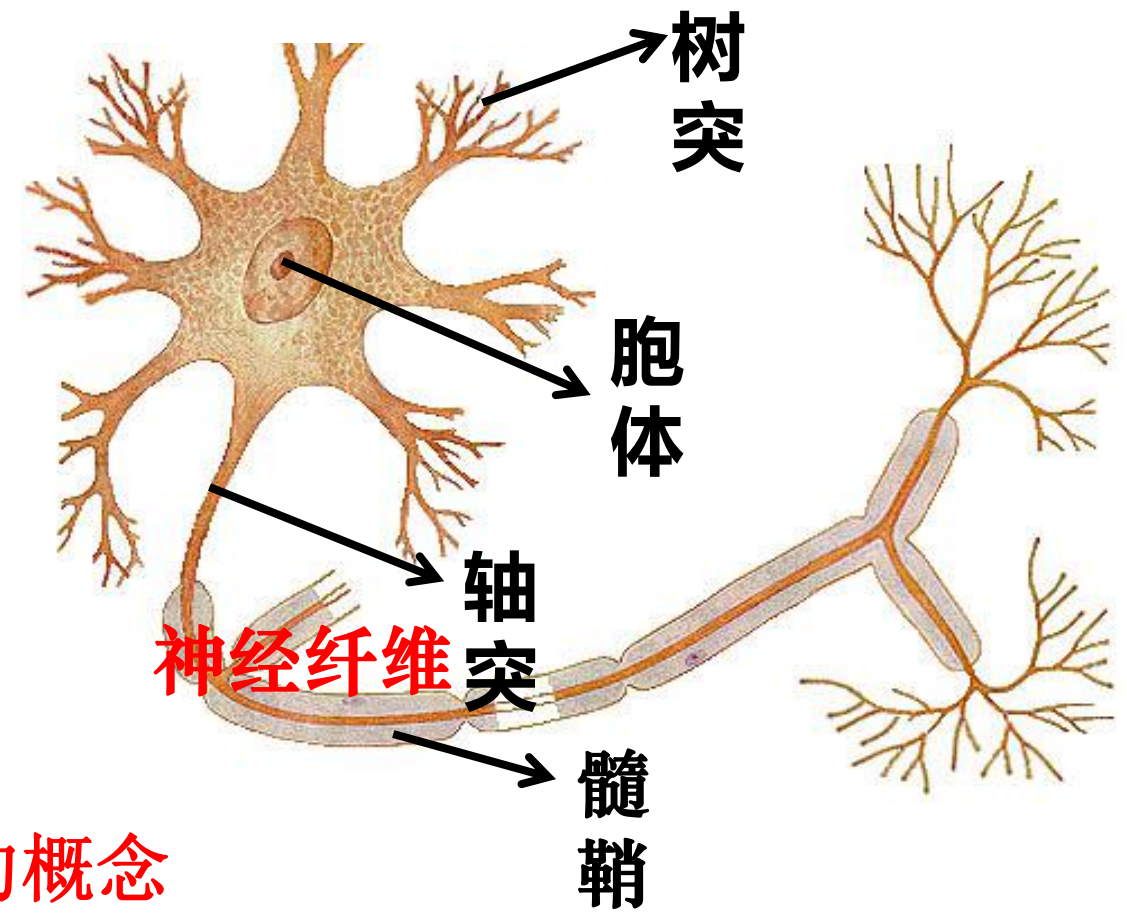
脊神经(31对): 脊髓发出, 主要分布在躯干、四肢, 负责管理躯干和四肢的运动, 支配内脏器官的神经。

二.神经系统的结构和功能单位---神经元

1. 神经元的基本结构
- 细胞体
 - 突起
 - 轴突：一条、较长、分支较少
 - 树突：数条、较短、分支较多

2. 功能：接受刺激，产生兴奋，传导兴奋。

注意：区分神经元、神经纤维与神经的概念



三.反射和反射弧

1. 神经调节的基本方式——反射

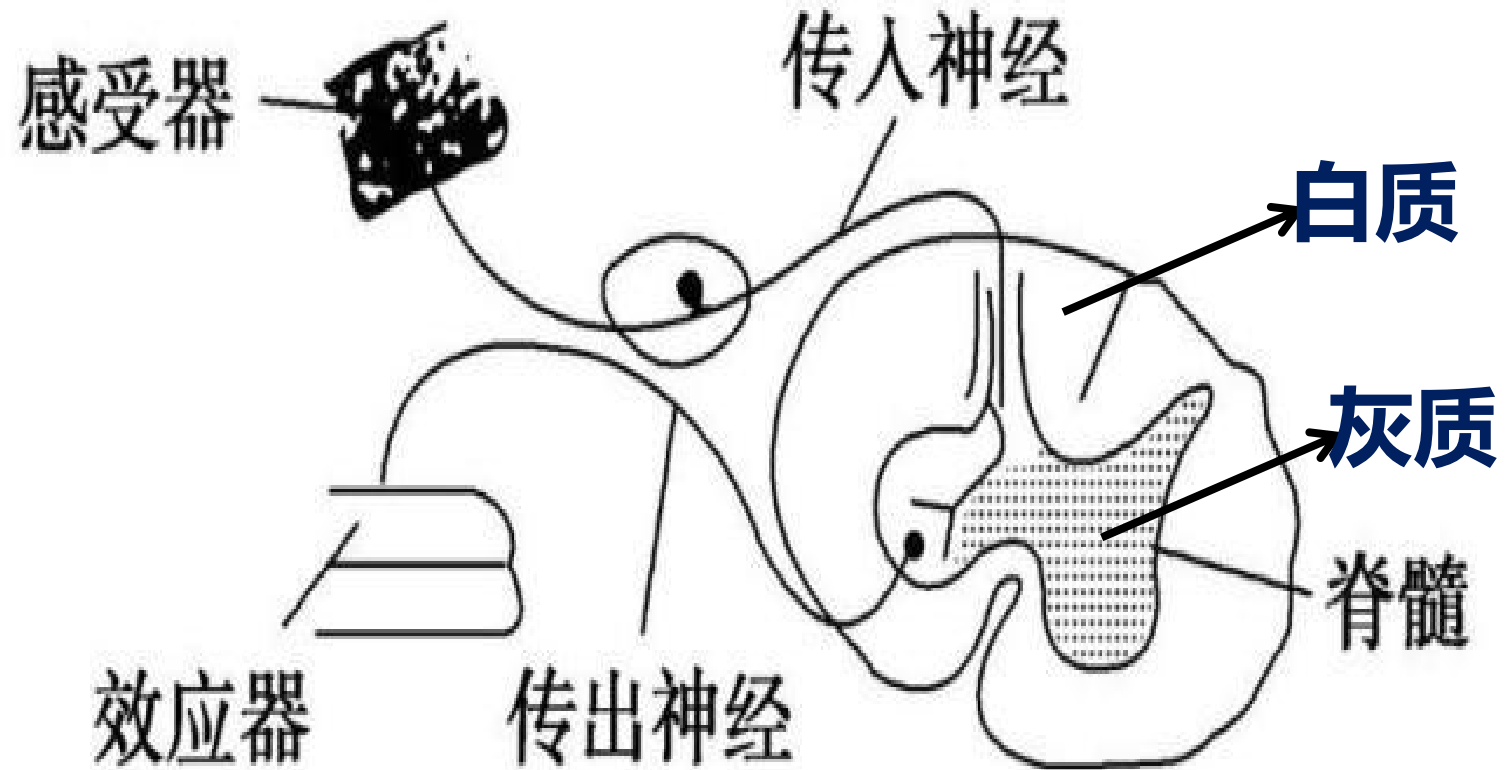
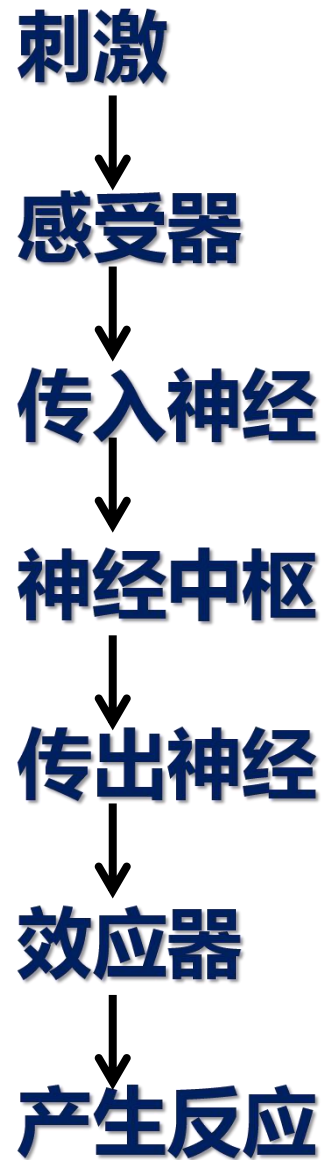
①概念：在中枢神经系统参与下，动物体或人体对内外环境变化作出的规律性应答，具有神经系统的动物才会出现反射现象。

②类型：非条件反射和条件反射

反射类型	形成	特点	意义	实例
非条件反射	通过 遗传 获得，与生俱来	不经过大脑皮层（脑干、脊髓）；先天性；终生性；数量有限	使机体初步适应环境	眨眼反射、缩手反射、膝跳反射、排尿反射
条件反射	在 后天 生活过程中逐渐形成	经过大脑皮层；后天性；可以建立，也能消退；数量可以不断增加	使机体适应复杂多变的生存环境	“望梅止渴”“学习”“画饼充饥”，听到铃声引起唾液分泌等

联系：条件反射以非条件反射为基础；条件反射和非条件反射共同作用，使生物更好的适应环境

2. 完成反射的结构基础——反射弧（五个部分组成）



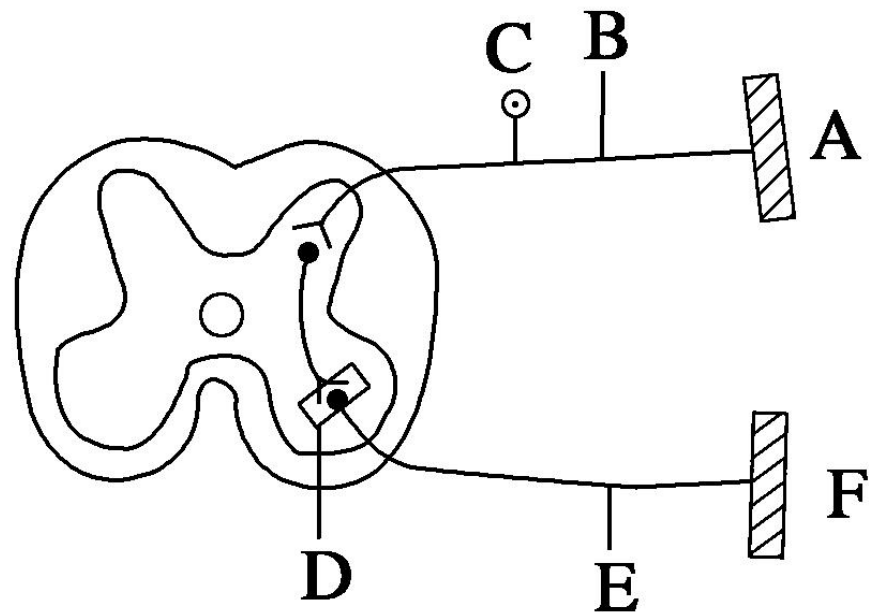
效应器：传出（运动）神经末梢及支配的肌肉或腺体。

反射弧中传入神经和传出神经的判断

(1) 根据是否具有神经节：有神经节的是传入神经。

(2) 根据脊髓灰质内突触结构判断：图示中与“—<”相连的为传入神经，与“○—”相连的为传出神经。

(3) 根据脊髓灰质结构判断：与前角（膨大部分）相连的为传出神经，与后角（狭窄部分）相连的为传入神经。



思考：一个完整的反射弧可否由一个神经元构成？

不能；至少需要两个，如膝跳反射等单突触反射的传入神经纤维经背根进入中枢(即脊髓)后，直达腹根与运动神经元发生突触联系；而绝大多数的反射活动都是多突触反射，也就是需要三个或三个以上的神经元参与；而且**反射活动越复杂，参与的神经元越多**。

2. 反射的结构基础——完整的反射弧

单向性

完整性

- ①反射活动需要经过**完整的反射弧**来实现。反射弧中任何环节受损，反射就不能完成。直接刺激传出神经或效应器引起肌肉收缩，不属于反射。
- ②兴奋在反射弧中是**单向传递**。
- ③反射的进行需要接受**适宜强度的刺激**，刺激过弱，将导致反射活动无法进行。

思考：判断以下结构被破坏对机体功能有什么影响？

1. 感受器

2. 传入神经

3. 神经中枢

4. 传出神经

5. 效应器

既无感觉又无效应

有感觉但无效应

例题1. 给狗喂食会引起唾液分泌，但铃声刺激不会。若每次在铃声后即给狗喂食，这样多次结合后，狗一听到铃声就会分泌唾液。下列叙述正确的是(C)

- A. 大脑皮层没有参与铃声刺激引起唾液分泌的过程
- B. 食物引起味觉和铃声引起唾液分泌属于不同的反射
- C. 铃声和喂食反复结合可促进相关的神经元之间形成新的联系
- D. 铃声引起唾液分泌的反射弧和食物引起唾液分泌的反射弧相同

例题2. (2019·西工大附中检测) 下列有关神经调节的叙述, 正确的是(**D**)

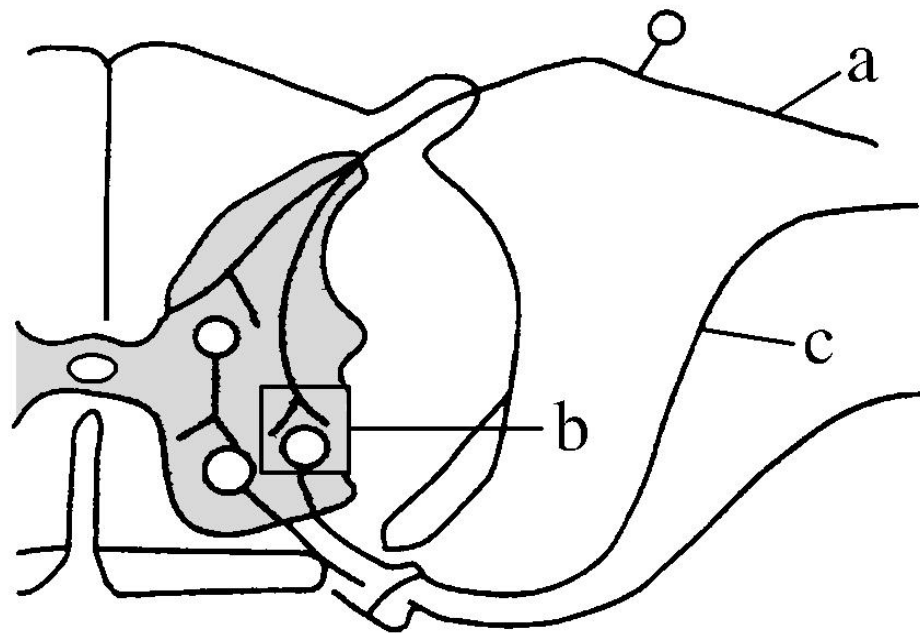
- A. 手指接触到针尖而产生痛觉属于非条件反射
- B. 机体内各种反射活动都受到大脑皮层的控制
- C. 效应器是指传出神经末梢
- D. 只有保持完整的反射弧结构才能完成反射活动

例题3. (2019·海南卷, 15) 下列与反射弧有关的叙述, 错误的是(**D**)

- A. 效应器的活动包括腺体分泌和肌肉收缩
- B. 效应器的结构受到损伤会影响反射活动的完成
- C. 突触后膜上有能与神经递质特异性结合的受体
- D. 同一反射弧中感受器的兴奋与效应器的反应同时发生

例题4. (2020·成都市诊断) 如图为某反射弧的部分结构，其中a、b、c表示相关结构。下列叙述正确的是 **D**

- A. 从结构a到结构c构成一个完整反射弧
- B. 兴奋在结构b处的传递是双向的
- C. 结构c接受适宜的电刺激，可在结构a上测到电位变化
- D. 兴奋在结构b和结构c处的传导速度不同



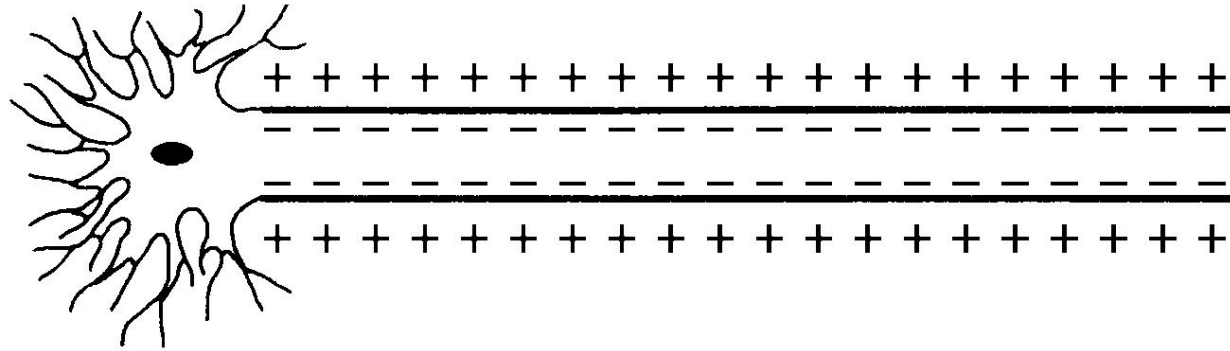
四. 兴奋的**传导与传递**

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。

神经冲动：兴奋以**电信号**形式沿着神经纤维传导，这种电信号叫神经冲动。

1. 兴奋在神经纤维上的传导

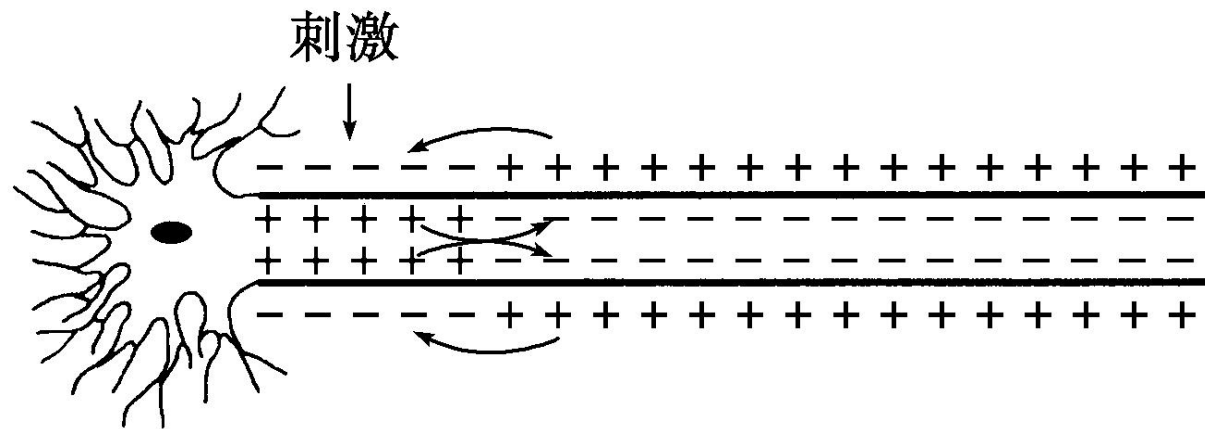
(1) 静息电位的形成



①电位：外正内负

②机理： K^+ 外流。（协助扩散）

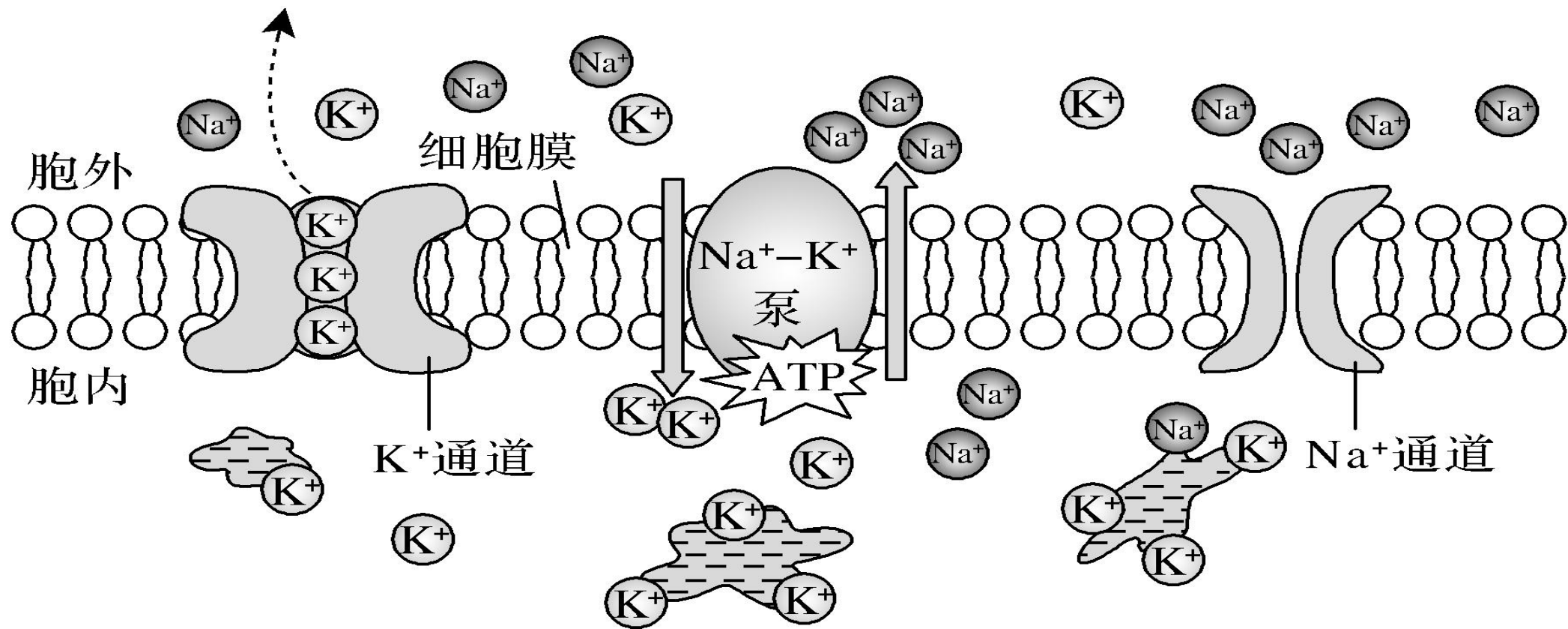
(2) 动作电位的形成——受刺激时兴奋产生



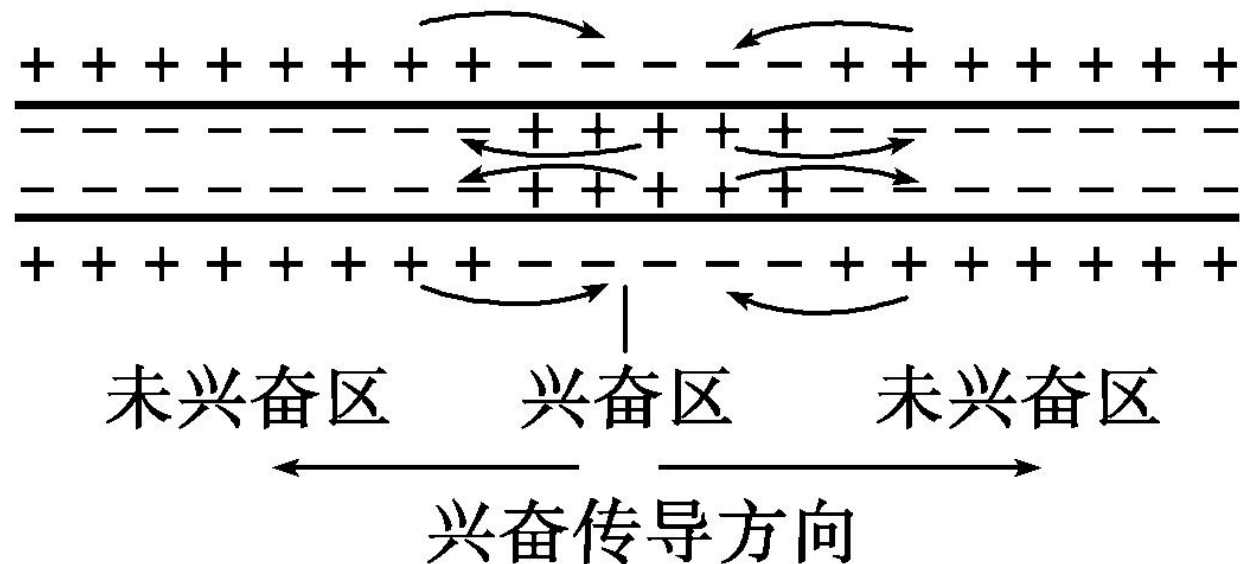
①电位：外负内正。

②机理： Na^+ 内流。（协助扩散）

静息时, 细胞膜主要对 K^+ 有通透性, 即 K^+ 通道开放, K^+ 外流, 膜电位表现为外正内负



(3) 兴奋的传导



①传导形式：电信号/局部电流/神经冲动。

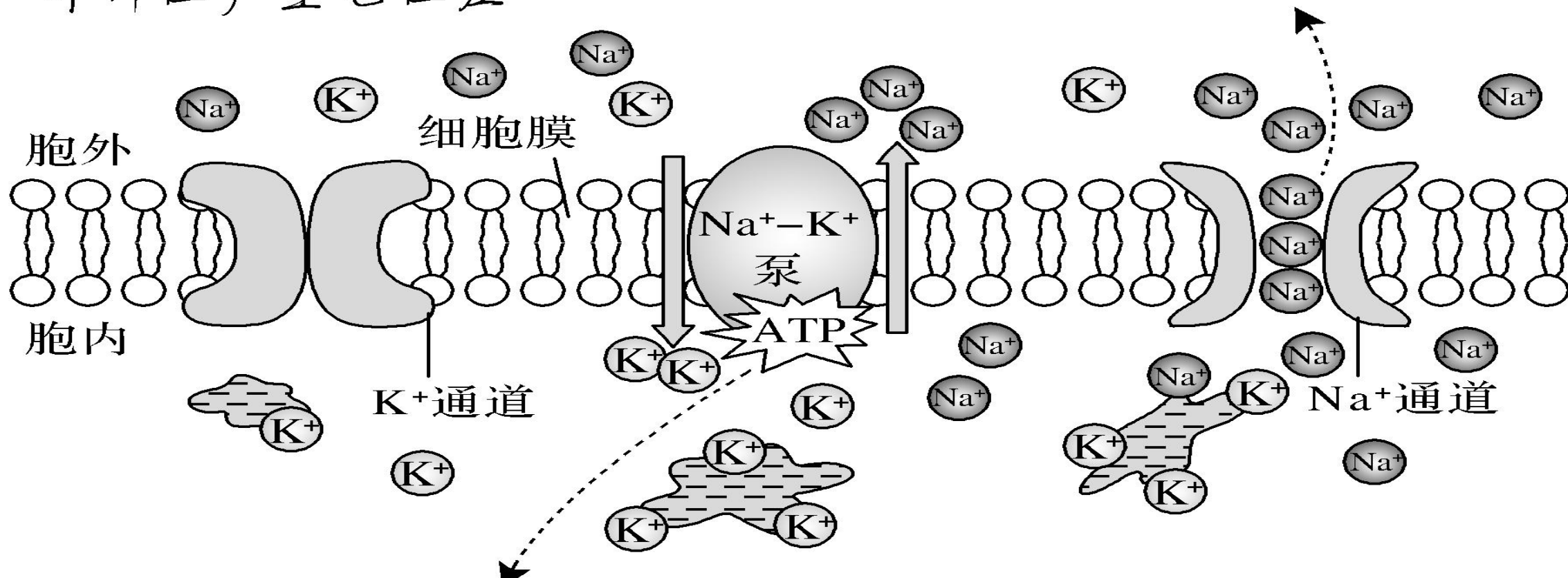
②传导过程：静息电位→刺激→动作电位→电位差→局部电流。

③传导特点：双向传导。

④比较兴奋传导方向和局部电流方向：膜外相反。膜内相同。

特点： a. 双向传导 b. 传导速度快 c. 不衰减：动作电位的传导不会随时间而衰减。

受到刺激时, 细胞膜对 Na^+ 的通透性增加, Na^+ 内流, 使兴奋部位膜内侧阳离子浓度高于膜外侧, 膜电位表现为外负内正, 与相邻部位产生电位差

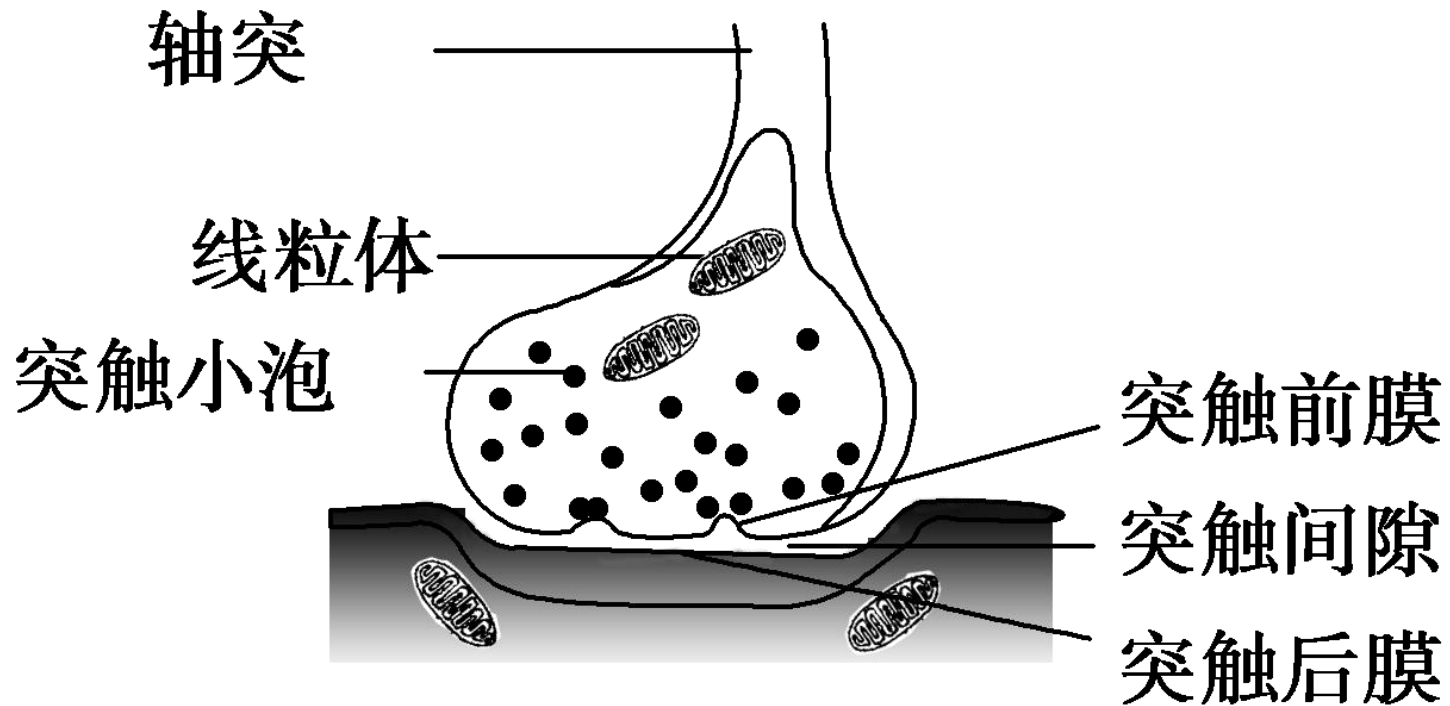


Na^+-K^+ 泵消耗ATP, 会把 Na^+ 泵出细胞外, 把 K^+ 泵入细胞内, 以维持细胞内外 Na^+ 、 K^+ 的浓度差

主动运输

2. 兴奋在神经元之间的传递

(1) 结构基础--突触

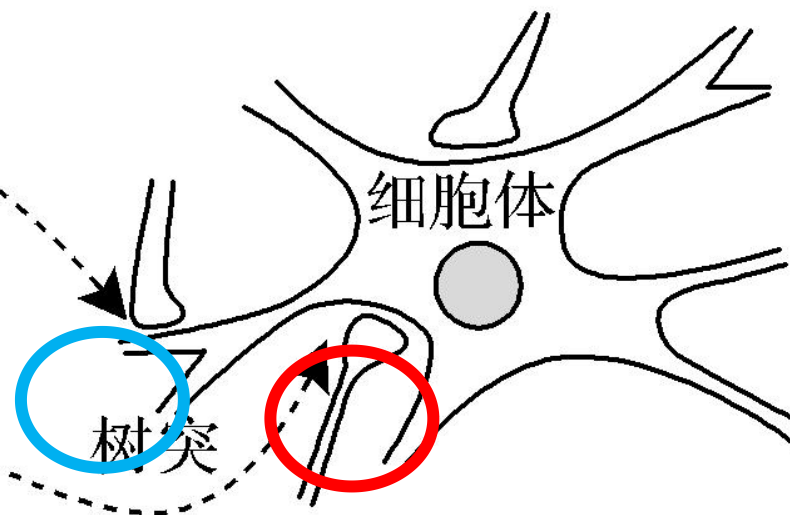
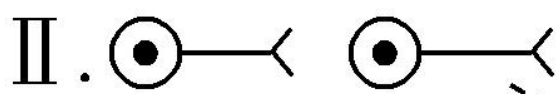
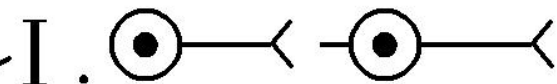


胞体膜或树突膜或其他细胞的膜

①从结构上来看:

a. 轴突—细胞体型

b. 轴突—树突型



效应器中的突触类型：轴突—肌肉型、轴突—腺体型。

②从功能上来看：突触分为**兴奋性**突触和**抑制性**突触。突触的兴奋或抑制，不仅取决于**神经递质**的种类，还要的是取决于其**受体**的类型。

兴奋性突触：引发突触后膜的**Na⁺**通道开放，使突触后膜所在的神经元产生**兴奋**。

抑制性突触：引发突触后膜的**Cl⁻**通道开放，使突触后膜所在的神经元产生**抑制**。



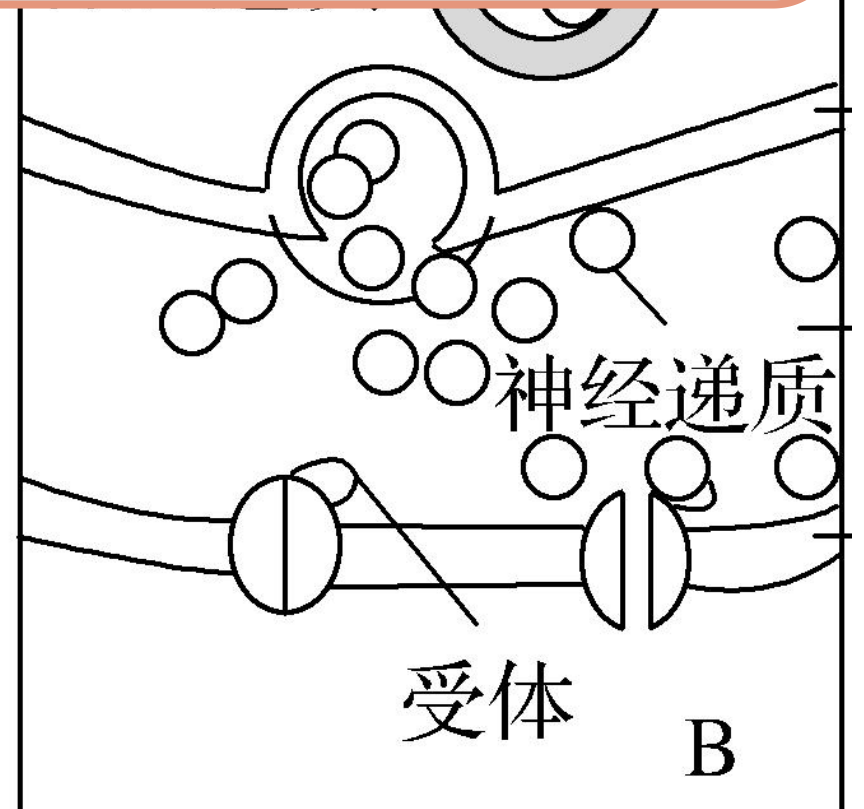
(2) 突触处兴奋传递过程

- ①兴奋传递到轴突末梢
- ②突触小泡向突触前膜移动，与前膜融合。（**流动性**）
- ③突触前膜释放神经递质到突触间隙（**胞吐**）
- ④神经递质在突触间隙中扩散
- ⑤神经递质与突触后膜上的**受体**结合
- ⑥改变了突触后膜对离子的通透性
- ⑦突触后膜电位发生变化
- ⑧神经元兴奋或抑制

意义在于可以短时间内使神经递质大量释放，从而有效实现神经兴奋的快速传递

化学信号

电信号



(3) 神经递质

- a. 神经递质的种类：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，如乙酰胆碱。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，使下一神经元抑制，如甘氨酸。
- b. 释放方式：一般为胞吐，体现了生物膜的流动性，该过程与线粒体和高尔基体密切相关
- c. 受体化学本质：糖蛋白
- d. 作用：引起下一神经元的兴奋或抑制
- e. 去向：①被相应的酶降解，如ACh。②被突触前膜回收，如多巴胺通过突触前膜上的多巴胺通道回收。若异常则神经递质持续发挥作用，引起持续收缩或持续舒张。

备注：目前已知的神经递质种类很多，主要有乙酰胆碱、多巴胺、去甲肾上腺素、肾上腺素、5-羟色胺、氨基酸类(如谷氨酸、天冬氨酸、甘氨酸等)、一氧化氮等。



(4) 兴奋在突触处的传递特点

①**单向传递**：原因是**神经递质只能由突触前膜释放，作用于突触后膜。**

②**突触延搁**：神经冲动在突触处的传递要经过**电信号→化学信号→电信号**的转变，因此比在神经纤维上的传导要慢。

(5) 信号转换：**电信号→化学信号→电信号**

(6) 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。

(6) 传导与传递的比较

方式项目	在神经纤维上传导	在突触间传递
结构基础	神经元(神经纤维)	由突触前膜、 <u>突触间隙</u> 和突触后膜构成的突触
传导形式	<u>电信号</u>	通过 <u>神经递质</u> ，电信号→ <u>化学信号</u> → <u>电信号</u>
传导方向	<u>双向</u> 传导	<u>单向</u> 传递

速度？

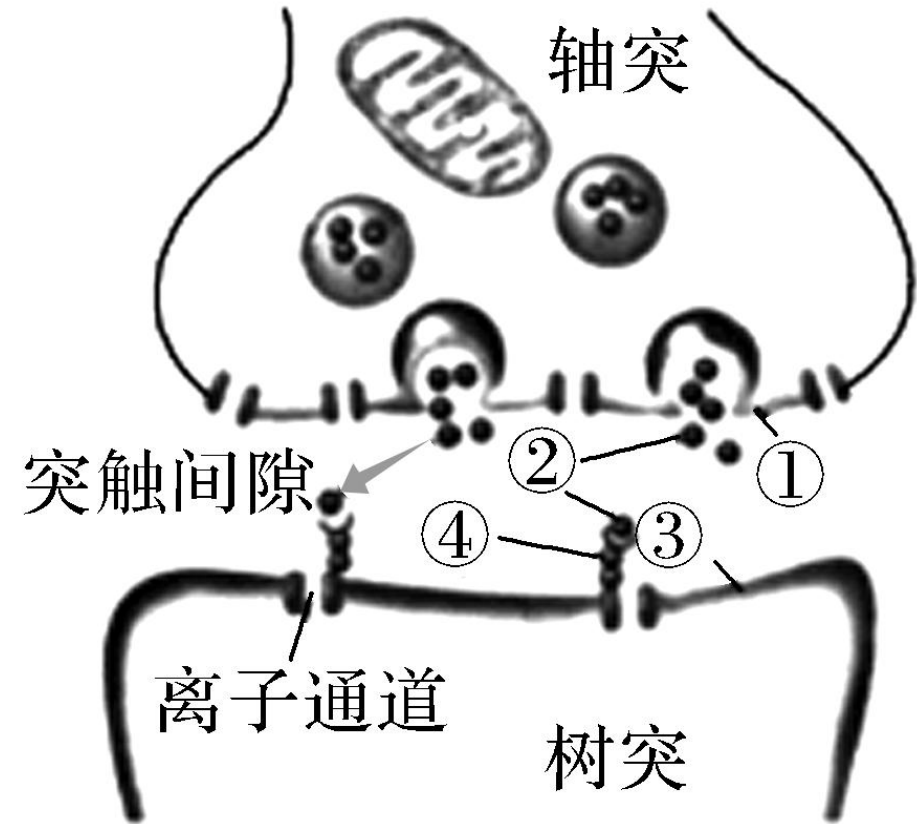


例题5. (2018·全国卷III, 3) 神经细胞处于静息状态时, 细胞内外 K^+ 和 Na^+ 的分布特征是(**D**)

- A. 细胞外 K^+ 和 Na^+ 浓度均高于细胞内
- B. 细胞外 K^+ 和 Na^+ 浓度均低于细胞内
- C. 细胞外 K^+ 浓度高于细胞内, Na^+ 相反
- D. 细胞外 K^+ 浓度低于细胞内, Na^+ 相反

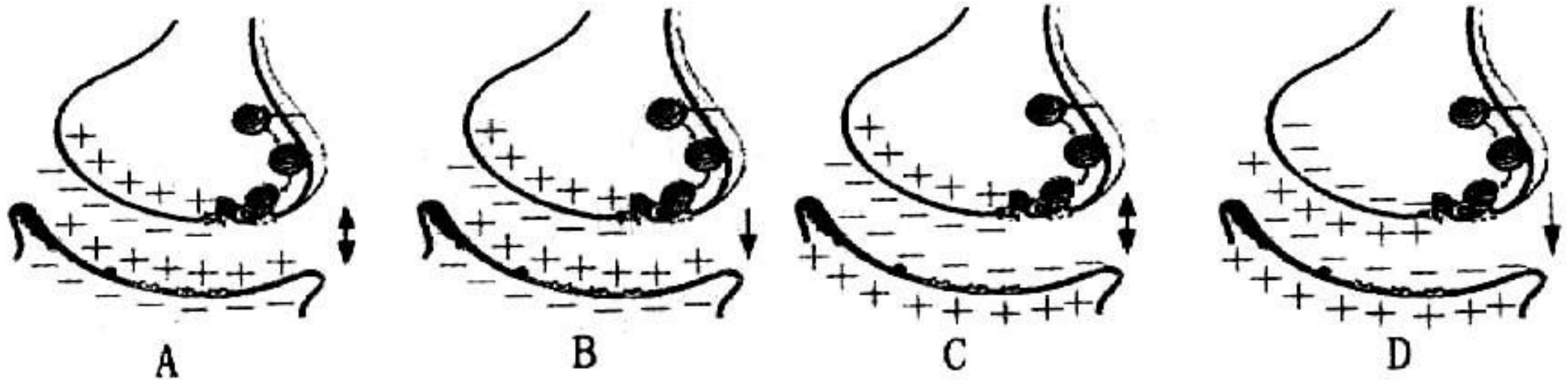
例题6. (2019·江苏卷, 8) 如图为突触传递示意图, 下列叙述错误的是(**D**)

- A. ①和③都是神经元细胞膜的一部分
- B. ②进入突触间隙需消耗能量
- C. ②发挥作用后被快速清除
- D. ②与④结合使③的膜电位呈外负内正



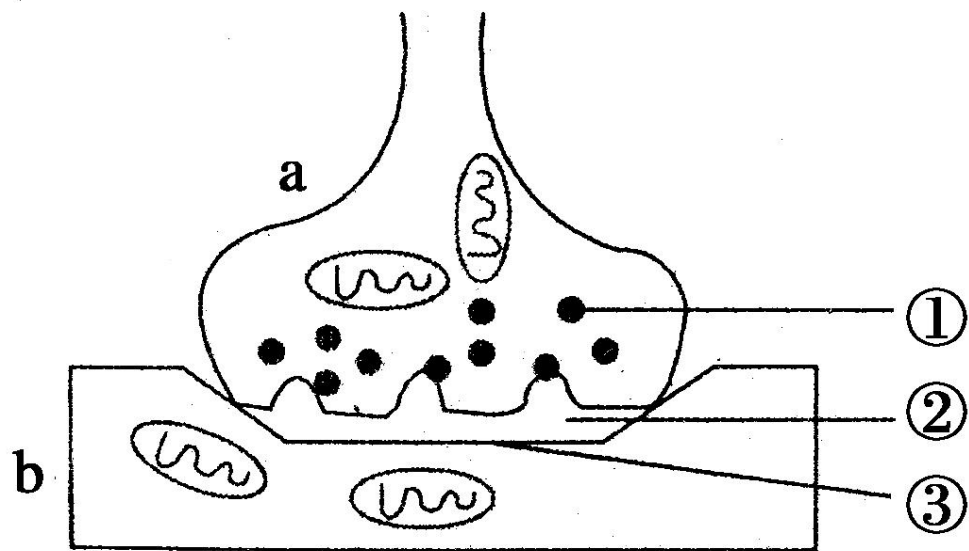
例题7. 已知突触小体释放的某种递质与突触后膜结合，可导致突触后膜Cl⁻内流，使下一个神经元产生抑制。能正确表示突触前膜释放该种递质时、突触后膜接受该种递质后的膜电位状况以及信息的传递方向的图示是

B



例题8. 下图为突触结构模式图，对其说法不正确的是(**B**)

- A. 在a中发生电信号→化学信号的转变，信息传递需要能量
- B. ①中内容物释放至②中主要借助于突触前膜的选择透过性
- C. ②处的液体为组织液，含有能被③特异性识别的物质
- D. ①中内容物使b兴奋时，兴奋处外表面分布着负电荷



例题9. (江苏生物)9. α -银环蛇毒能与突触后膜上的乙酰胆碱受体牢固结合；有机磷农药能抑制胆碱酯酶的活性，而乙酰胆碱酯酶的作用是清除与突触后膜上受体结合的乙酰胆碱。因此， α -银环蛇毒与有机磷农药中毒的症状分别是 **A**

- A. 肌肉松弛、肌肉僵直
- B. 肌肉僵直、肌肉松弛
- C. 肌肉松弛、肌肉松弛
- D. 肌肉僵直、肌肉僵直



例题10. 肉毒杆菌毒素是从肉毒杆菌中提取的一种细菌毒素蛋白，它能阻遏乙酰胆碱的释放，从而起到麻痹肌肉的作用。美容医疗中，通过注射适量的肉毒杆菌可达到除皱效果。肉毒杆菌毒素除皱的机理最可能是(**B**)

A. 抑制核糖体合成乙酰胆碱

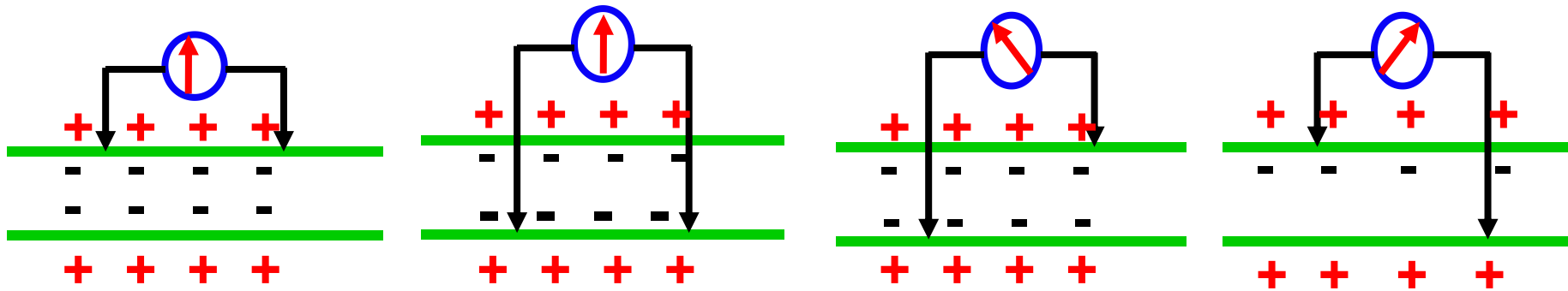
B. 抑制突触前膜内的突触小泡与突触前膜融合

C. 抑制乙酰胆碱酯酶的活性，阻遏与受体结合的乙酰胆碱被清除

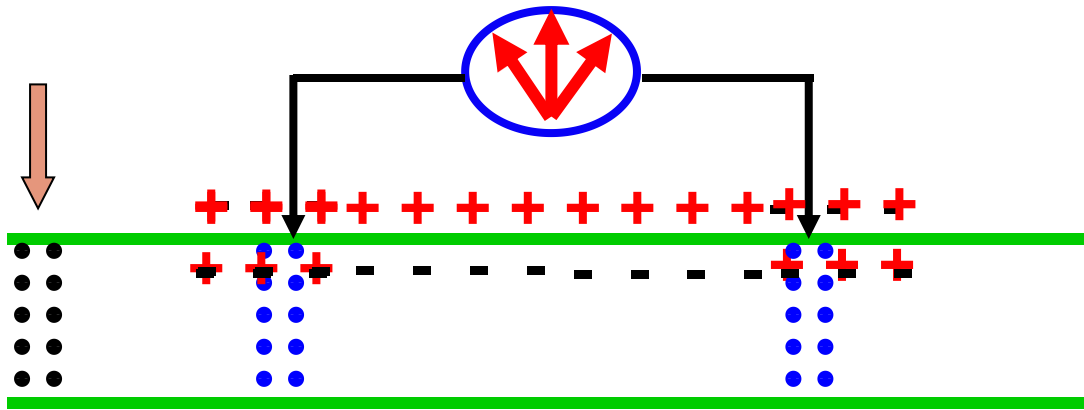
D. 与突触后膜上乙酰胆碱受体特异性结合，阻止肌肉收缩

五. 电流表偏转情况分析

1、神经元未受刺激时，**静息电位（内负外正）**

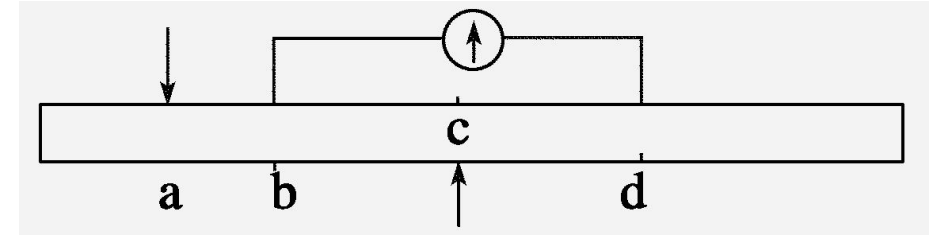


2、神经元受到刺激时，**动作电位（内正外负）**



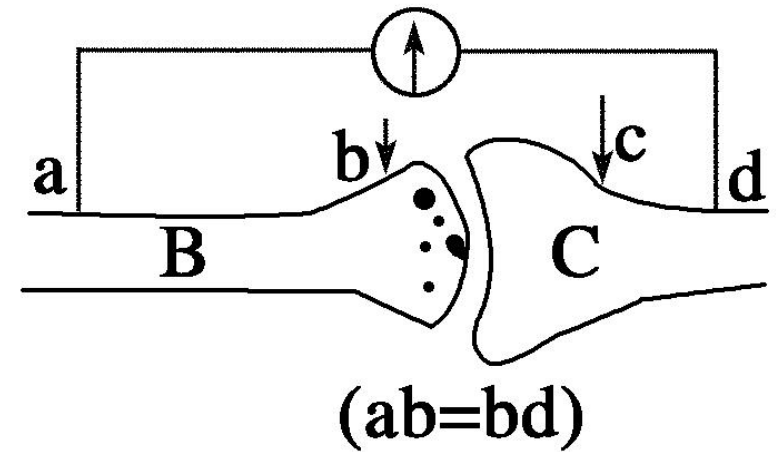
(1) 在神经纤维上

- ①刺激a点， 电流计发生两次方向相反的偏转
- ②刺激c点 (bc=cd)， 电流计不发生偏转。



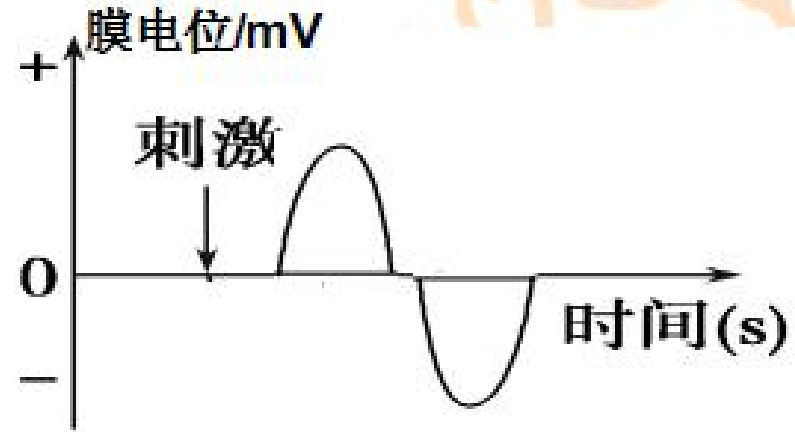
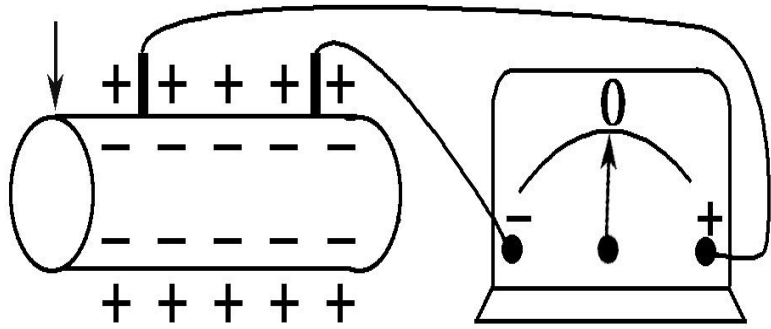
(2) 在神经元之间

- ①刺激b点 电流计发生两次方向相反的偏转
- ②刺激c点 电流计只发生一次偏转

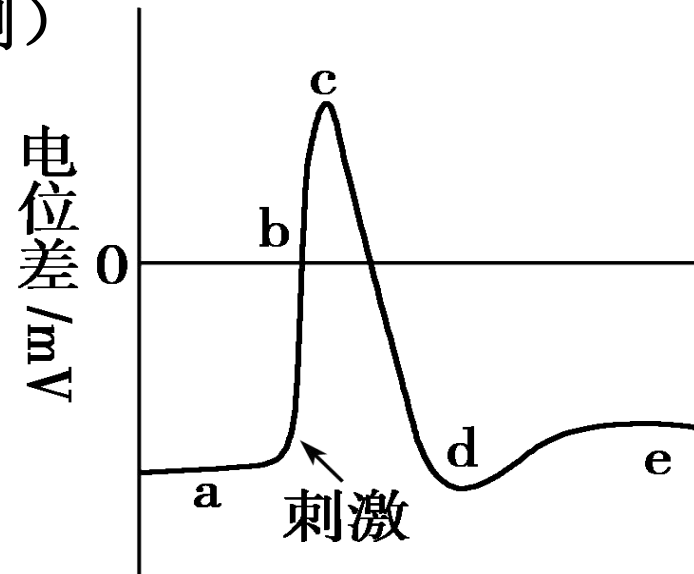
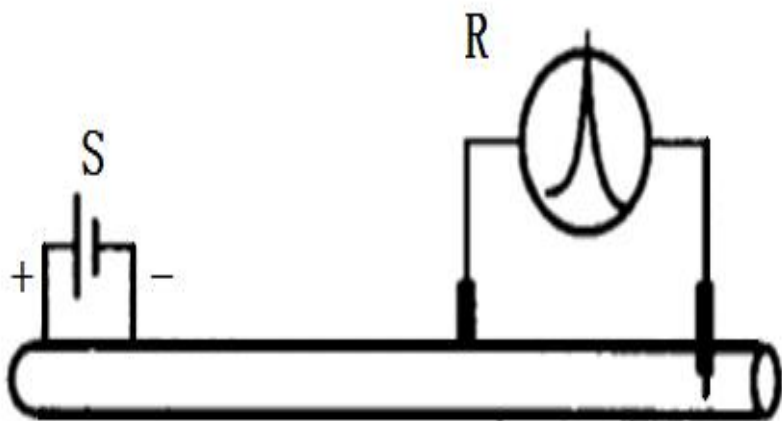


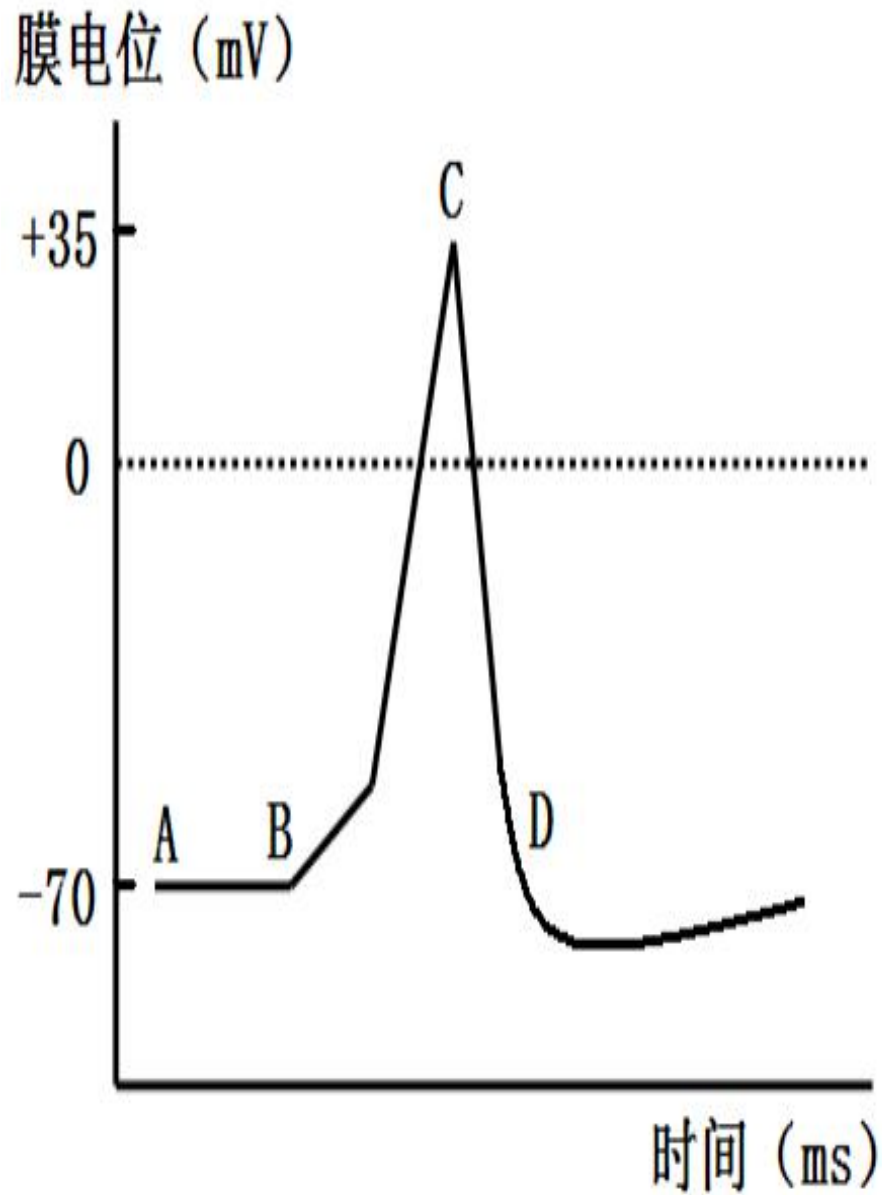
六. 膜电位变化曲线分析

1、电表探针均接膜外或膜内（膜一侧）



2、电表探针一个膜外一个膜内（膜两侧）





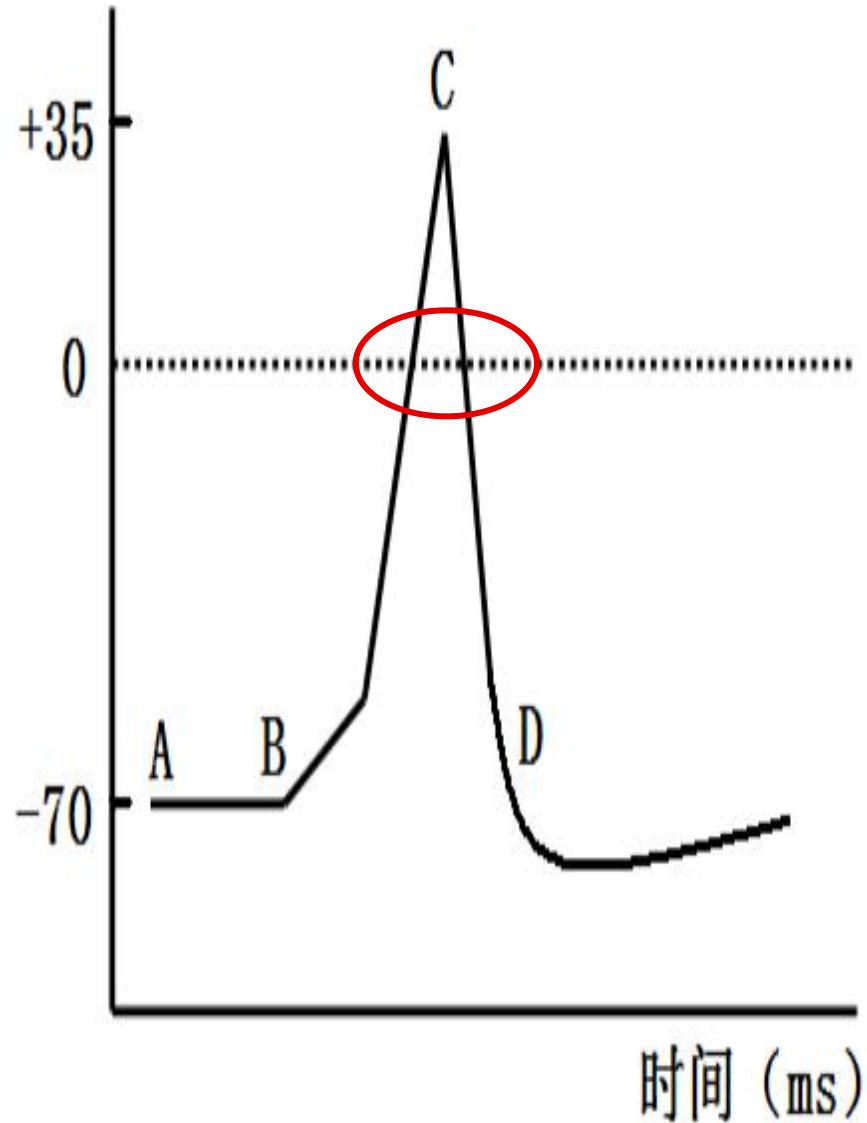
①AB段，神经细胞处于静息状态：细胞膜对 K^+ 通透性大， K^+ 外流，膜两侧的电位表现为外正内负；

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。

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。

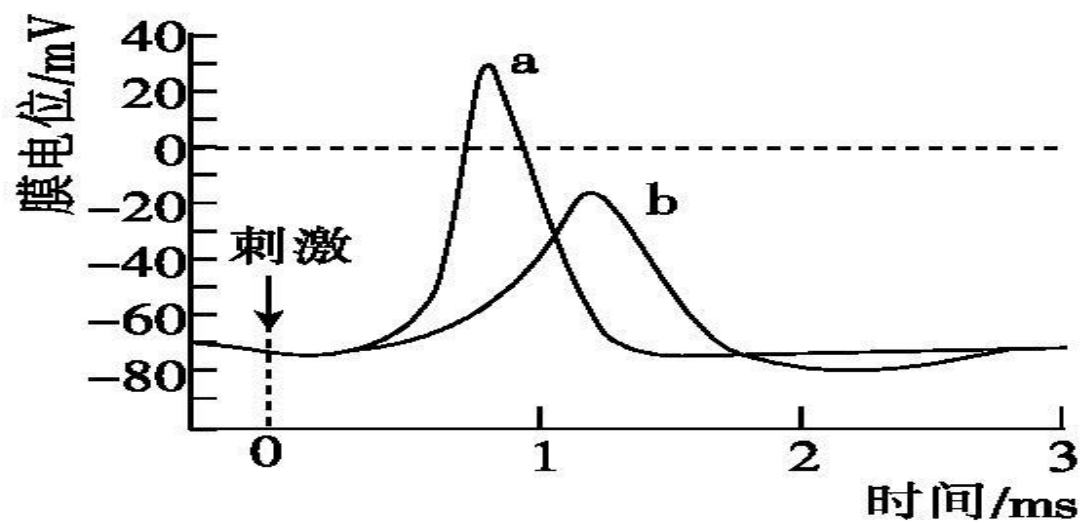
原因：动作电位的形成是因为Na⁺的内流，是协助扩散。Na⁺是膜外高于膜内，膜外越多，浓度差越大，扩散越多，动作电位峰值越高。

③静息电位绝对值大小与膜外K⁺浓度成反比。

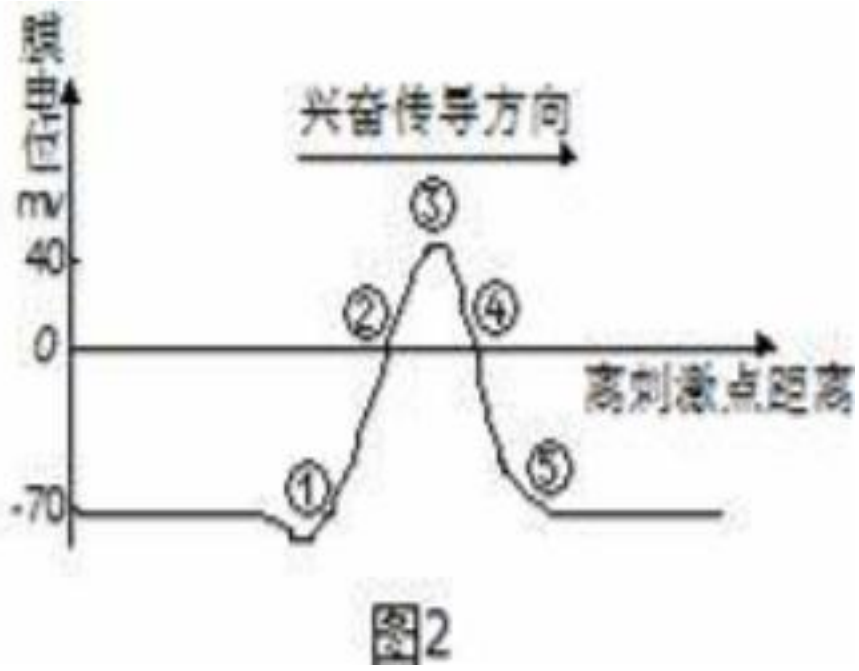
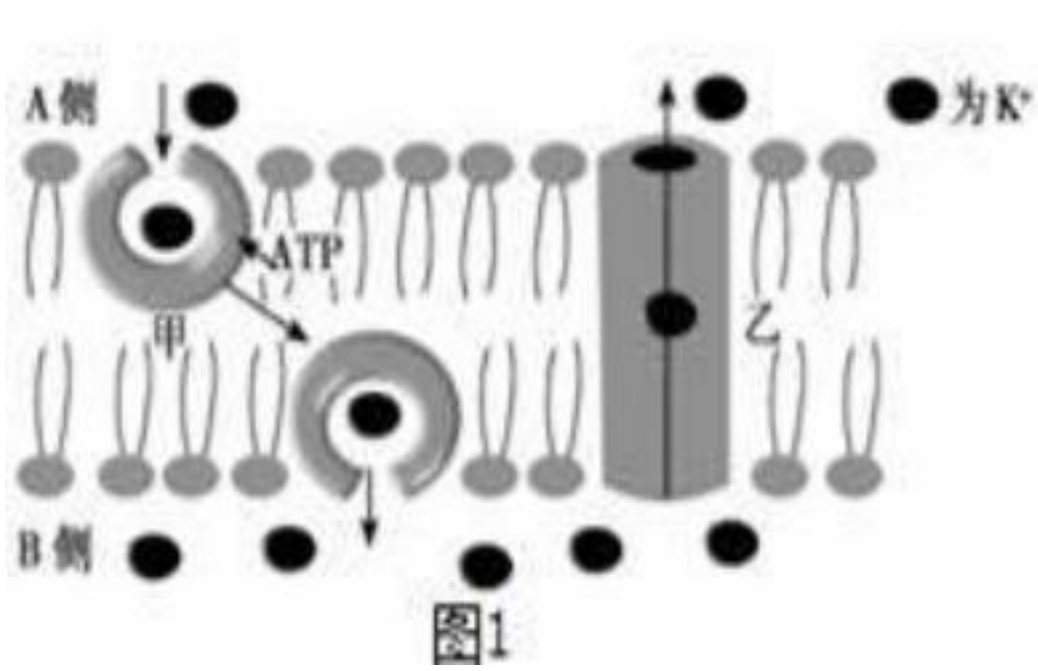
原因：静息电位的形成是因为K⁺的外流，是协助扩散。K⁺是膜内高于膜外，膜外越多，浓度差越小，扩散越少，静息电位绝对值越低。

例题11. 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(**C**)

- 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



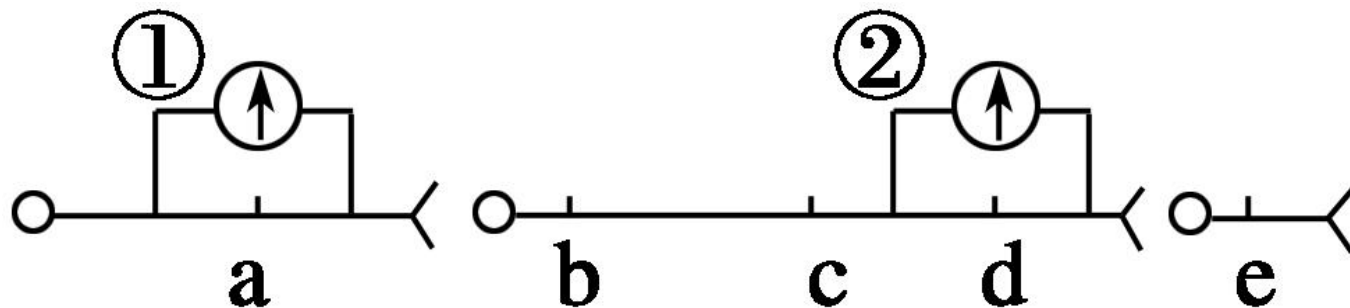
例题12. 以下图1表示神经纤维在静息和兴奋状态下K⁺跨膜运输的过程，其中甲为某种载体蛋白，乙为通道蛋白，该通道蛋白是横跨细胞膜的亲水性通道。图2表示兴奋在神经纤维上的传导过程。下列有关分析正确的是



C

- 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

例题13. 如图是反射弧的局部结构示意图，刺激c点，检测各位点电位变化。下列说法错误的是



C

- A. 若检测到b、d点有电位变化，说明兴奋在同一神经元上是双向传导的
- B. 兴奋由c点传导到e点时，发生电信号→化学信号→电信号的转换
- C. a点检测不到电位变化，是由于突触前膜释放的是抑制性递质
- D. 电表①不偏转，电表②偏转两次

四、神经系统的分级调节

(1)神经系统的组成

中枢神经系统
(最主要)

脑

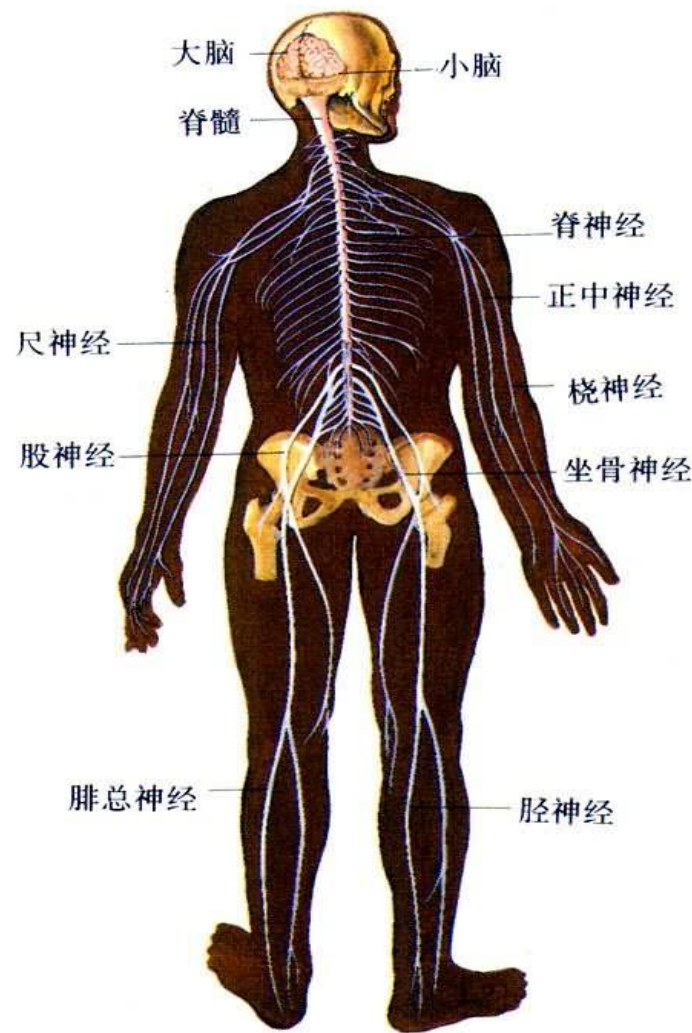
大脑
小脑
下丘脑
脑干

脊髓

周围神经系统

脑神经(12对): 由脑发出, 主要分布在头面部, 负责管理头面部的感觉和运动。

脊神经(31对): 脊髓发出, 主要分布在躯干、四肢, 负责管理躯干和四肢的运动, 支配内脏器官的神经。



人的神经系统



【区别】中枢神经系统和神经中枢

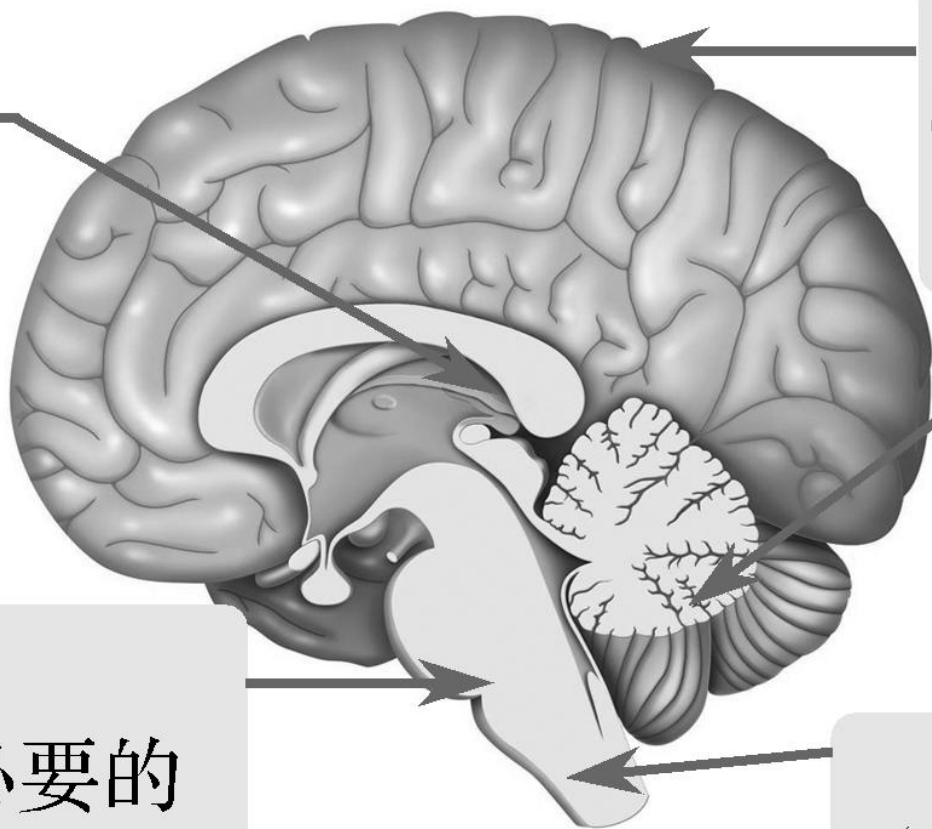
中枢神经系统中含有许多神经中枢，分别负责调控某一特定的生理功能。同一生理功能可以由不同神经中枢控制，它们之间相互联系与调控。一般来说，位于脊髓的低级神经中枢受脑中相应的高级神经中枢的调控。



(2) 各级神经中枢的功能

下丘脑
(有体温调节中枢、水盐平衡调节中枢，还与生物节律等的控制有关)

脑干
(有许多维持生命必要的中枢，如呼吸中枢，心血管运动中枢)



大脑皮层
(调节机体活动的最高级中枢)

小脑
(有维持身体平衡的中枢)

脊髓
(调节躯体运动的低级中枢)

(2) 各级神经中枢之间的关系

- ① 大脑皮层是调节机体活动的最高级中枢。**
- ② 位于脊髓的低级中枢受脑中相应高级中枢的调控。**

(3) 人脑的高级功能

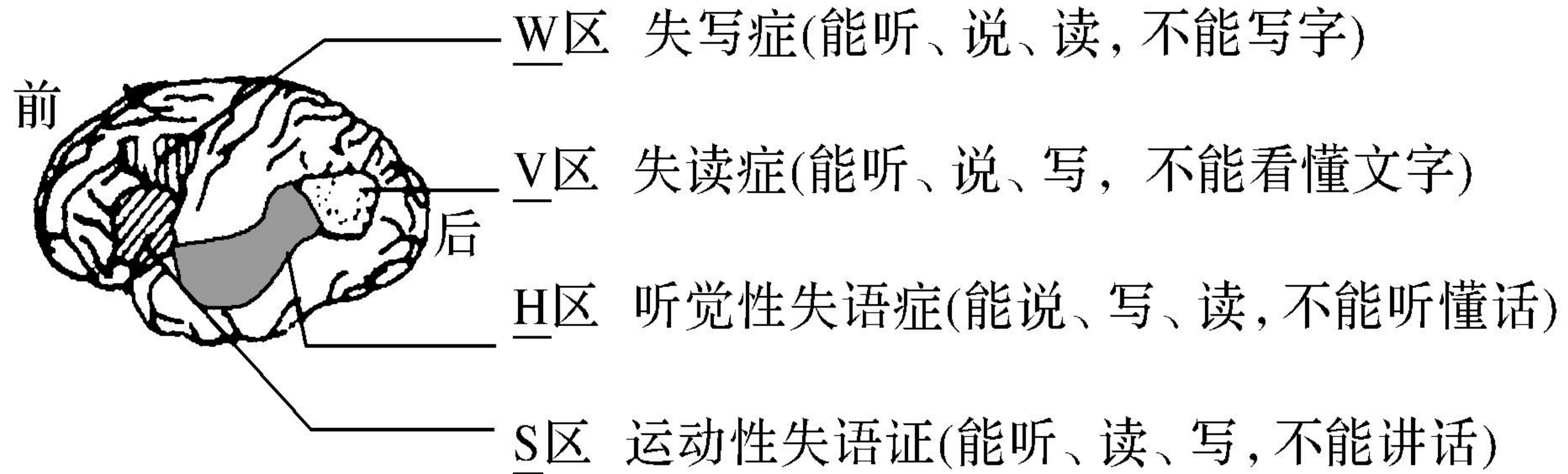
1.感知外部世界，产生感觉。

2.控制机体的反射活动。

3.具有语言、学习、记忆和思维等方面的高级功能。

(3) 人脑的高级功能

①语言功能



生理或病理现象	神经中枢参与(损伤)
考试专心答题时	大脑皮层视觉中枢和言语区的V区、W区(高级中枢)，H区和S区不参与
“千手观音”聋哑人学习舞蹈	大脑皮层视觉中枢和言语区的V区，躯体运动中枢
某同学跑步时	大脑皮层、小脑、下丘脑、脑干和脊髓
植物人	大脑皮层损伤、小脑功能退化但下丘脑、脑干、脊髓功能正常
高位截瘫	脊髓受损伤，其他部位正常



(3) 人脑的高级功能

②学习和记忆功能

- a.学习和记忆涉及脑内神经递质的作用以及某些种类蛋白质的合成。**
- b.短期记忆主要与神经元的活动及神经元之间的联系有关，尤其是与大脑皮层下一个形状像海马的脑区有关。**
- c.长期记忆可能与新突触的建立有关。**

外界信息输入
(通过视、听、触觉等)

瞬时记忆

注意

遗忘

(信息丢失)

不重复

遗忘

短期记忆

长期记忆

永久记忆

重复



例题13.人的排尿是一种反射活动。回答下列问题：

(1)膀胱中的感受器受到刺激后会产生兴奋。兴奋从一个神经元到另一个神经元的传递是单向的，其原因是：

神经递质只能由突触前膜释放，作用于突触后膜。

(2)排尿过程的调节属于神经调节，神经调节的基本方式是反射。排尿反射的初级中枢位于脊髓。成年人可以有意识地控制排尿，说明排尿反射也受高级中枢控制，该高级中枢位于大脑皮层。

(3)排尿过程中，尿液还会刺激尿道上的感受器，从而加强排尿中枢的活动，促进排尿。

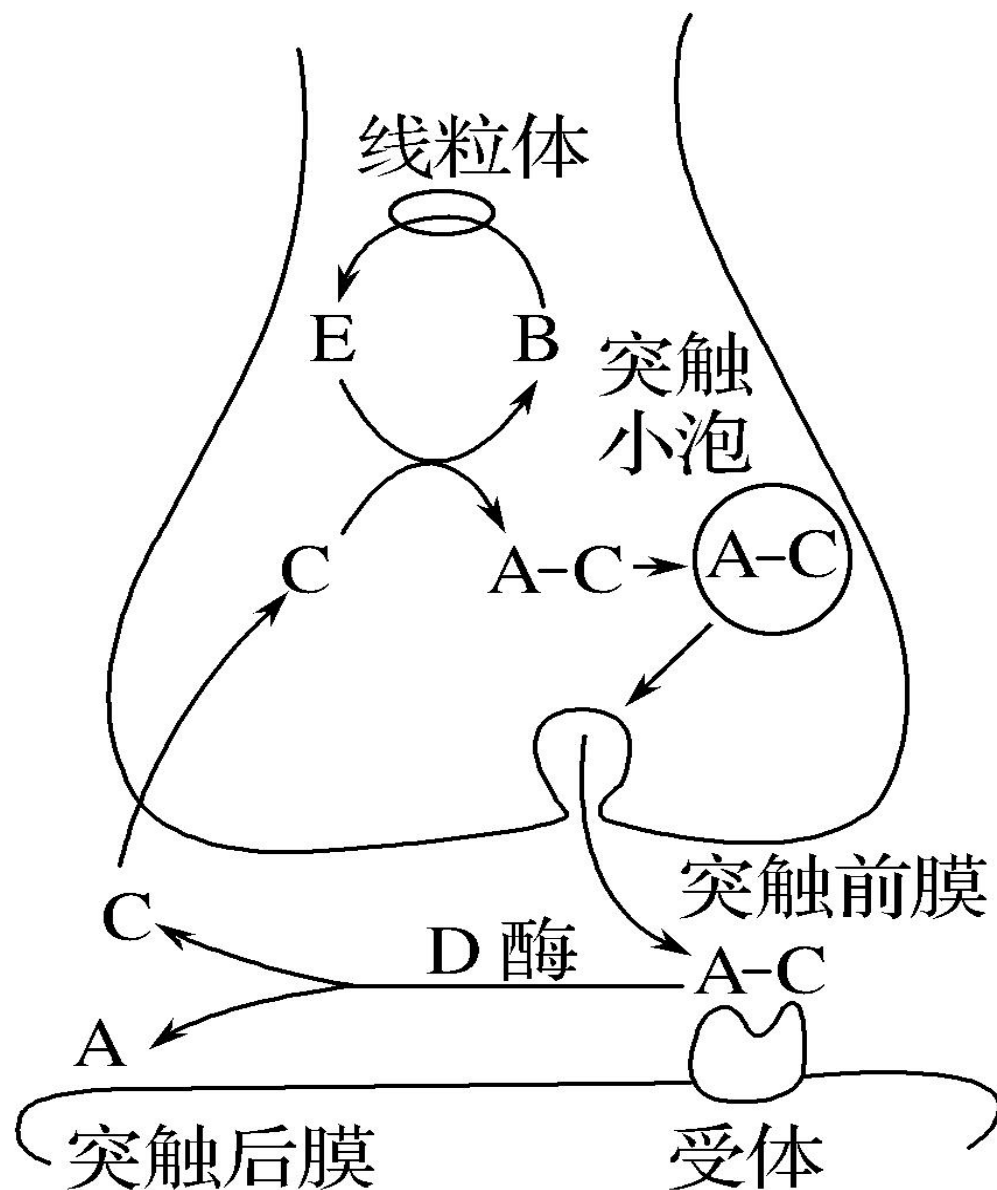
例题14.为探究运动对海马脑区发育和学习记忆能力的影响,研究者将实验动物分为运动组和对照组,运动组每天进行适量的有氧运动(跑步/游泳)。数周后,研究人员发现运动组海马脑区发育水平比对照组提高了1.5倍,靠学习记忆找到特定目标的时间缩短了约40%。根据该研究结果可得出(B)

- A.有氧运动不利于海马脑区的发育**
- B.规律且适量的运动促进学习记忆**
- C.有氧运动会减少神经元间的联系**
- D.不运动利于海马脑区神经元兴奋**

例题15.(2016·全国卷II, 30)乙酰胆碱可作为兴奋性神经递质, 其合成与释放见示意图。据图回答问题

(1)图中A—C表示乙酰胆碱, 在其合成时, 能循环利用的物质是 C (填“A”“C”或“E”)。

除乙酰胆碱外, 生物体内的多巴胺和一氧化氮 能 (填“能”或“不能”)作为神经递质。



5.(2016·全国卷Ⅱ, 30)乙酰胆碱可作为兴奋性神经递质, 其合成与释放见示意图。据图回答问题:

(2)当兴奋传到神经末梢时, 图中突触小泡内的A-C通过**胞吐**这一跨膜运输方式释放到**突触间隙**再到达突触后膜。(3)若由于某种原因使D酶失活, 则突触后神经元会表现为持续**兴奋**。

