

21. 我们说话和唱歌时，需要有意识地控制呼吸运动的频率和深度，这属于随意呼吸运动；睡眠时不需要有意识地控制呼吸运动，人体仍进行有节律性的呼吸运动，这属于自主呼吸运动。人体呼吸运动是在各级呼吸中枢相互配合下进行的，呼吸中枢分布在大脑皮层、脑干和脊髓等部位。体液中的  $O_2$ 、 $CO_2$  和  $H^+$  浓度变化通过刺激化学感受器调节呼吸运动。回答下列问题：

（1）人体细胞能从血浆、\_\_\_\_\_和淋巴等细胞外液获取  $O_2$ ，这些细胞外液共同构成了人体的内环境。内环境的相对稳定和机体功能系统的活动，是通过内分泌系统、\_\_\_\_\_系统和免疫系统的调节实现的。

（2）自主呼吸运动是通过反射实现的，其反射弧包括感受器、\_\_\_\_\_和效应器。化学感受器能将  $O_2$ 、 $CO_2$  和  $H^+$  浓度等化学信号转化为\_\_\_\_\_信号。神经元上处于静息状态的部位，受刺激后引发  $Na^+$  \_\_\_\_\_而转变为兴奋状态。

（3）人屏住呼吸一段时间后，动脉血中的  $CO_2$  含量增大，pH 变\_\_\_\_\_， $CO_2$  含量和 pH 的变化共同引起呼吸加深加快。还有实验发现，当吸入气体中  $CO_2$  浓度过大时，会出现呼吸困难、昏迷等现象，原因是  $CO_2$  浓度过大导致呼吸中枢\_\_\_\_\_。

（4）大脑皮层受损的“植物人”仍具有节律性的自主呼吸运动；哺乳动物脑干被破坏，或脑干和脊髓间的联系被切断，呼吸停止。上述事实说明，自主呼吸运动不需要位于\_\_\_\_\_的呼吸中枢参与，自主呼吸运动的节律性是位于\_\_\_\_\_的呼吸中枢产生的。