

历年考题（需要补充）

2017 年：大脑皮层主要有哪些区域参与运动控制？它们对哪个运动参数最为敏感？

大脑中参与运动控制的主要皮层有后顶叶皮层（PPC，尤其是顶内沟脑区）和额叶的前运动皮层（SMA, PMd, PMv, CMAr, CMAAd, CMAv 等）和初级运动皮层。运动皮层既有参与编码运动学的神经元，也有编码动力学的神经元。它们对运动学中的运动方向最为敏感。

重点

主动运动中两大类皮层（primary motor cortex & Premotor cortex and Posterior parietal cortex）的功能特点，分别侧重编码了什么类型的运动信息

两类假说，运动学假说（群体向量），动力学假说（平衡点）

背景

灵长类的大脑运动皮层可划分为多个功能亚区。

运动皮层可以分成四个比较大的区域，分别是Primary motor cortex(M1), Premotor cortex, Supplementary cortex以及Posterior parietal cortex.

The primary motor cortex

1. 电生理特性

M1神经元能够激活复杂的肌肉模式，在让猕猴执行不同的动作的时候，我们发现不同位置的M1神经元对不同的肌肉有相应的响应，并且在corticospinal tract中也能找到M1的投射。

将M1损伤以及对应的pyramidal tract损伤可以发现，猕猴的运动受到了巨大的影响。

2. 运动解码

当手进行运动的时候，可以发现M1根据动作能发生响应。

M1神经元对于运动的方向存在tuning，即该脑区神经元对于运动的方向其发放有很强的倾向性，我们管这个方向叫做preferred direction (PD)

从这些发现我们可以推断出（当然有很多其他的证据），M1皮层与运动的执行有关（现在看来这么说也不是非常严谨），那么M1神经元是如何编码运动的执行呢？

假说1：群体向量编码（运动学观点）

M1神经元对于运动的方向存在tuning，即该脑区神经元对于运动的方向其发放有很强的倾向性，我们管这个方向叫做preferred direction (PD)，群体向量的思路是根据神经元的发放强度，给予神经元的PD赋予权重，所有PD乘以权重的求和结果就是运动的实际方向。

假说2：平衡点假说（动力学观点）

假说则认为肌肉是处在不同的状态中，而M1神经元通过改变肌肉的状态（muscle forces）来实现运动的结果。换句话说，M1神经元编码的是肌肉状态的信息，如下图，虽然猕猴执行的运动不一样，但是由于肌肉的施加的力不一样，所以有不同的发放结果，甚至群体向量编码的也是肌肉产生力的方向而非运动方向

3. 运动学习

M1在运动中存在运动学习的效果，其表现形式是经过训练后，神经元的PD会发生改变

H.M. 海马受损，没有长期记忆，却有肌肉记忆。虽然忘记自己学过网球，但网球技术仍然存在，不需要重新学习。

感知有错觉，运动没有错觉。可以胡思乱想，不能胡作非为。

The Parietal and Premotor Cortex

这两个脑区放在一起讲的原因

一方面是标题就是这两个脑区产生的自发运动 voluntary movement

另一方面实际是这两个脑区与运动计划有一定关系 motor planning, decision making

这两个脑区有各种各样的功能实在无法归到几类中，只好一起讲了。

PPC posterior parietal cortex

而PPC和Premotor cortex还对本体感觉有一定的响应，下图绘制了VIP(PPC的一个区域)神经元存在不同的感受野（躯体不同位置的感知以及屏幕不同位置的感知），而PMv(Premotor cortex的一个区域)的感受野略有不同，其能感知三维空间中的目标。

Premotor和PPC都存在镜像神经元，就是即使猴子不执行运动，当观察其他备试执行相同的动作的时候，会产生与实际运动一样的发放模式

Premotor Cortex

Premotor neurons reflect decision

Premotor神经元也具备Decision making的能力

Premotor神经元有个很大的特点是在目标出现并执行运动之前会有一段持续积累的发放，这被认为该神经元与运动计划有关，并且当不执行运动，但目标出现的范式中，Premotor神经元并没有强烈的发放，M1在目标出现的时候并无这样的积累效应

对比

PPC是以眼睛的中心制定参考系实现运动的，可以看出，当猴子盯点的位置发生变化的时候，其手运动到不同方向的PD会发生变化

PPC中的AIP能够编码抓握，在黑暗中抓握，在明亮中抓握以及注视抓握对象但不抓握这三种行为范式中，都存在不同发放模式的细胞

Summary

Voluntary movement emerges from a complex parietal-frontal cortical network;

Parietal and motor cortices are more involved in motor planning than executive control;

Neural plasticity underlies motor learning procedure.

