

# 出生前行为个体发展的生理心理学问题

孙 晔 魏明庠 李一鹏

(中国科学院心理研究所)

个体发展或个体发育这个概念在科学文献中使用的含义不尽相同。最早在生物学中使用这个概念的是德国著名学者海克尔(1866年),他的这个概念指从受精卵开始,到种族发育重演过程完成为止,也就是指动物和人出生前这段时期。三十年代后期,有一些苏联学者把这个概念扩大到包括性成熟以前时期。近年来,科学家们大都认为这个概念的内容应当更广泛,包括有机体一生相继变化的各个阶段,即从受精卵起直到衰老死亡为止。现代苏联许多发育生理学家(纳戈尔内等,1963年)持这种观点。在发展心理学方面,近年来这种看法在西方也颇流行。发展本来就是一个连续的过程,虽然某些时间显现出急剧的变动,显现出新的质,表现为渐进的中断,但是任何一个阶段都是在前一阶段的基础上发展起来的,又预示未来的发展的方向。

研究个体发展问题的学科有许多,各有不同的侧重点。我们主要是从生理心理学角度来看发展问题。

脑、神经系统是心理的解剖生理基础,任何行为、心理活动都是在脑、神经系统的基础上进行的,因此我们主要着眼于脑、神经系统的发育与行为、心理的发展,以及二者在发展过程中的复杂关系。

从出生前的生活状态过渡到出生后的生活状态,这是一个巨大的转变。虽然心理活动主要是在出生后发展起来的,但出生前已为这种发展作好了应有的准备,这种准备是出生后发展的基础。

脑、神经系统出现很早而且发展最快。大约在怀孕后三、四周时胚胎脊部外胚层神经板卷曲成神经沟进而发展成神经管。由神经板发展成神经管的时候,神经细胞的数量还不大,但一旦神经管完成了封闭,神经细胞的数量便开始急剧增长。有人估计,人脑在九个多月的发育过程中要达到成熟时的1000亿神经元,平均每分钟就要增加25万个。

大约到第五周的时候,神经管发育成前脑、中脑、小脑、后脑和脊髓,也就是中枢神经系统的原型。神经管旁的神经脊发育成外周神经系统的大部分。

人类胚胎的脑发育在两个方面进行:神经细胞数量日益增多,神经细胞日益专门化。其中前脑,特别是大脑皮层发育最快,到12周的时候,已将脑的相当大部分覆盖,到出生时已将脑的全部覆盖,并形成折皱,以使脑腔容纳其巨大的面积。

人脑的三个主要部分(大脑、小脑和脑干)中,大脑特别发达,这是人不同于动物的最大区别。到出生时,大脑占90%,小脑占7%,脑干占3%。就脑对整个身体的比例来看,年龄越小所占的比例越大。二个月的胎儿,主要由脑和感觉器官组成的头部占整个身体的一半,

新生儿的头占四分之一，到成年则不足八分之一了。从脑量来看，新生儿的脑重为体重的十分之一，而成年人的脑重则只占体重的五十分之一。这充分说明，在出生前、幼儿期，脑的发展在人体发展中占着多么显著的地位。

在怀孕三个月的时候，脑、神经系统已基本形成，大脑的主要部分两半球皮层上的大沟——外侧裂已显示出来。到了第五个月，中央沟、距状裂、顶枕裂都显示出来，并可初次记录到脑电活动。七个月的时候，脑的主要沟回都已出现，可以看到六层的皮层结构。八个月时，一级二级沟全部出现，甚至已显示出三级沟来。三级沟主要是在出生后逐渐形成的。这样，到出生时，脑的细胞构筑区、细胞的分化和皮层层次的分化基本完成，细胞数量已接近成人，大多数沟回都已形成，基本感觉运动通路已髓鞘化。

过去人们认为，包括人在内的哺乳动物的脑细胞的数量出生后便不再增加。但是近年来的研究（G·Altman, 1967）证明，事情并非完全如此。Altman发现，大鼠和猫脑内有些细胞出生后还在增殖，分化出来的细胞往往在脑内迁移相当远的距离，插在发展中的脑回路当中。也有证据表明，在脑的某些区域如海马，这种所谓出生后神经发生可延续很长时间，甚至一生。这种现象在行为上的意义虽然还不甚清楚，但是人们倾向于认为，这些神经元添加到脑的回路中去，就会改变脑的机能和行为。未经专门训练而在发展中发生行为变化，可能是这种神经发生的结果（D.P.Kimble, 1977）。

这种新生的神经元被认为是小神经元，个头小，轴突短。轴突短表明其输出范围有限。Altman认为，小神经元的主要作用是对来往于象海马这样复杂的脑部位的神经信息进行调整和加工。

动物某些行为的成熟与生物的成熟有联系。某些运动技能的首次出现，与神经发生的终止时间有关。例如豚鼠出生后短时间内运动就很好，这是与豚鼠小脑内神经发生在出生后几天内便终止相符合。相反，大鼠出生后多日尚不能站立和行走，其运动能力是在出生后三周内逐渐改善的。在大鼠小脑内神经发生恰好也是持续三周。小猫学习运动技能比大鼠更慢，它的运动技能要象大猫那样，需要大约六周的时间，它的小脑的神经发生到第二个月底完成。人类站稳、走稳、合理运用手指，需要两年，人类小脑的神经发生也是持续两年。可见，迄今的材料证明，获得高级水平运动的时间与小脑出生后神经发生终止的时间之间，有很高的相关。当然这是就自然的发展而言，如果施以专门的训练，情况可能会有所不同。

海马也是出生后神经发生活跃的场所之一。对于大鼠和猫来说，出生后几周内海马的神经发生高速进行。我们今天对海马的作用还了解不够，海马的神经发生与什么行为变化有关，还很难说，但是有些证据表明，海马可能参与不适宜的行为的抑制（Altman, Bramer和Bayer, 1973, Kimole, 1975）。如果这个假设是可靠的，那么随着幼年动物海马内神经发生的进行，抑制非强化行为的能力就会越来越大。

脑的发育，既有神经元的增殖，也有神经元的死亡。在脑发育的早期，产生的神经元多于实际应用的。随后有一个神经元选择性死亡时期。神经元的死亡可使那些迁移到错误位置的神经元及早消失，免生后患，又可使脑内神经元数量维持在最佳水平上。脑在发育过程中经过两次调整，一次是神经元总数的调整，一次是神经元突起和连接数目的调整。神经元的选择性死亡时期是在突触联系形成时期。有效的突触联系的数目和营养供应，制约着神经元的数目，如将投射区缩小，则神经元死亡的数量相应地增加。第二次调整是神经元突触数目的调整，在发育早期产生的多余的突起后来消失了。关于轴突存活和消失的原因，有人认为

可能是由于它们之间的功能竞争(W. Maxwell Cowan, 1980)。

神经细胞的数目到出生时已基本确定, 出生后虽然还有增殖和死亡, 但为数不大。神经元之间的联系在出生后却有很大的发展。如果我们把新生儿和成年人的脑切片加以比较, 可以明显看出, 新生儿的脑切片上细胞之间的联系比较疏朗, 而成年人的联系却是密密麻麻, 几乎呈一片黑色。

## 行为的发展

出生前各种动物的脑、神经系统的发育都是为了适应其体内外的生活条件的。脑神经系统与有机体内外生活条件相互作用而引起的身体活动就是行为, 行为这个概念已成为生物学中通用的一个大概念, 甚至有时超生物学范围。我们这里主要指以神经系统为中介的身体反应, 以别于所谓肌原性活动, 即肌肉本身的收缩力, 和心原性活动, 即心脏搏动引起的身体活动。

各种动物的生活条件是各不相同的, 因而其脑、神经系统的组织与行为方式也各不相同。然而科学家们通过千差万别的行为方式的分析比较, 找到了某些共同的一般规律。这方面研究最有影响的人物是G. E. Coghill, 他根据对蝶螈胚胎的研究得出行为发展的六个顺序的阶段。第一阶段是对刺激无任何反应的阶段。第二阶段是对身体表面的触刺激无反应, 但颈部肌肉组织已发展到能对电刺激起反应。这种反应是肌原性的。第三阶段, 触动颈部表面, 引起头部向对侧弯曲, 这是对触刺激的第一个神经肌肉反应。在第四阶段, 肌肉收缩逐渐沿着身体由头至尾往下扩展, 用触刺激时, 整个躯干向对侧弯曲, 形成C形。第五阶段称作S形反应阶段。第六阶段称作游泳阶段, 随着交替的弯曲运动速度加快和时间加长, 便出现波浪式的游泳状态, 于是从S形反应进入游泳阶段。

这种反应的神经机制建立起来以后, 就产生Coghill所谓的总体模式的反应。至于局部的特殊的反应模式, 它们是在随着附加神经成分的发展而从总体模式中分离出来的。最初它们是作为总体模式的一部分而起作用。

Coghill的总体模式包含两个原则, 即行为的发展是由近及远的, 是由头至尾的。

后来学者们研究了许多种类的脊椎动物, 不少人支持Coghill的理论。也有人反对这个理论, 认为他的概念只适用于蝶螈之类的两栖动物, 而不能适用于所有的脊椎动物。有人认为情况恰恰相反, 总体模式是由部分模式的联合构成的(Windle, 1940)。苏联个体发育学者一般认为, 行为的发展是从局部反射开始, 到泛化的反射, 再到特殊的反射。事实上, 从Coghill的材料看, 颈部反射是首先出现的, 不过他强调了总体模式是以后局部反射的基础。

关于人类胚胎发育的材料, 可以著名个体发育专家D. Hooker的研究为代表。他搜集研究了150多例人类胎儿的材料, 得出的结论大致符合于Coghill的理论。

根据他的资料, 人类胚胎在六周时只能用电刺激引起局部的肌肉收缩, 这相当Coghill的第二阶段。到七周半的时候, 触动胎儿口鼻附近产生第一个反射, 主要是头和颈部向对侧运动, 其它皮肤区域对刺激没有感受性。八周半时, 嘴部刺激引起躯干、头部、手臂和骨盆区域的运动, 下肢不动。从七周到十周, 唯一的敏感区是口部周围, 运动向臂部扩展, 起初是头部、颈部、躯干的运动, 而后双臂加入躯干运动。十周半的时候, 出现一个新的敏感区, 手心能对刺激起反应。十一周时, 敏感区扩大到面部和手部, 手指会弯曲, 脚趾也表现出一些弯曲, 眼睑会收缩, 但躯干仍无敏感区。十二周半时, 活动的总体模式开始消失, 出

现对局部刺激的特异性反应。嘴唇会动，表现出吞咽活动，眼睑受到刺激时眼球会动。十四周时，除了头顶和后脑外，全部皮肤都对刺激敏感。总体模式已让位给出生后需要的个别反射。这时胎儿已具有类似新生儿的特点。十五—廿四周时，一些复杂的行为模式开始成熟，如抓握、膝跳、双唇突出、以及与呼吸有关的腹部收缩。二十五周时，眼睑张开，眼睛能动。这时如果早产，可呼吸二十四小时。二十七周时，一只手抓握足以短时间悬吊起来，大姆指开始参与抓握，表明个别反射逐渐更加局部化。这时胎儿处于生存能力的边缘，如果早产，得睡保温箱才行。二十八周时，早产胎儿偶而会发出叫声和哭声，一时昏睡，一时骚动不安，但没有明显的觉醒——睡眠周期。通常采取蜷曲姿态，好象他们仍然在羊膜囊中浮动那样。对明亮的光线有眨眼和躲避反应，对铃声有眨眼和皱眉的反应。三十六周时，眼睛会跟踪一个运动物体。三十六周到四十周，接近足月，血压、体温和呼吸都有较好的调节。觉醒和睡眠的状态表现明确，眼睑眨动。觉醒时感觉能力明显提高，有铃声时眼睛睁大，四肢动来动去。闪光时会眨眼并跟踪运动物体。

Hooker 的材料是很珍贵的，是迄今对人类胚胎和胎儿所作的最重要、最全面的研究。

苏联的安诺兴学派，根据多年来对于从鱼到人的各种脊椎动物的研究，提出了自己的行为个体发育的理论，叫作系统个体发育理论。这个理论在苏联影响很大，已成为苏联许多研究个体发育的学者的指导思想。

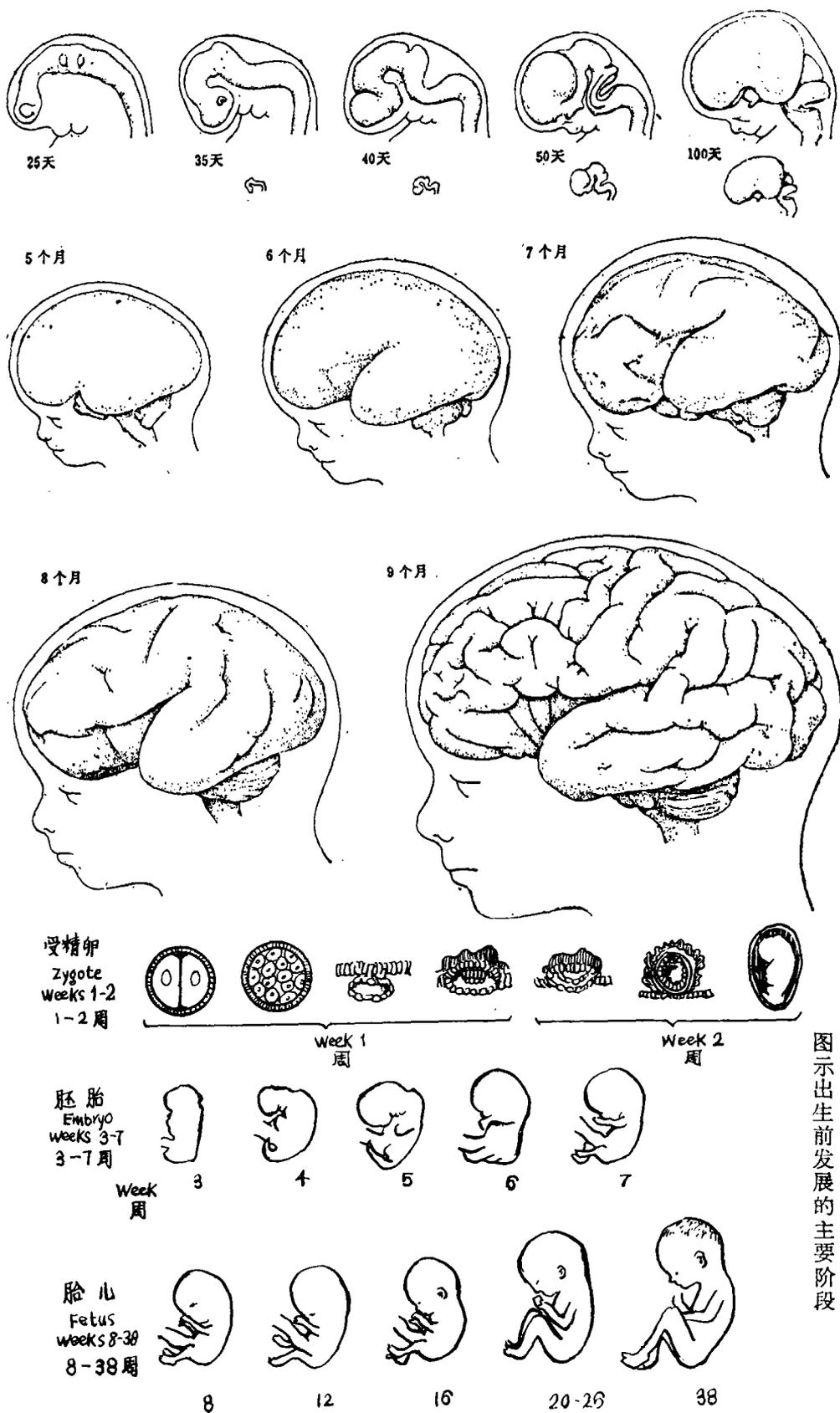
我们知道，安诺兴是著名的机能系统理论的创始人，他的系统个体发育理论就是他的机能系统理论在个体发育方面的具体应用。

安诺兴从三十年代起就着手研究有机体的机能障碍补偿问题，从这些研究中得出了他的机能系统理论。他发现，机能障碍的补偿，只有在动员起大量生理成分的情况下才能产生，而这些生理成分往往是分布在神经系统的中枢和外围的不同部分，为产生某种效果而在机能上联合在一起。他把这种为达到某种适应效果、不同部位的结构和过程的广泛的机能联合叫作机能系统。

新生动物对于它所特有的生态环境建立适应活动是以机能系统为基础的。所以这些机能系统到出生时在结构上应是比较成熟的。在胚胎发育的某个时期，机能系统的各个部分应当是在机能上结合好的。

新生动物机能系统的许多复杂程度不同的成分之间所以能形成协调的相互关系，是由于胚胎的不同结构组织的形成和发展的异时性。异时性概念是安诺兴的系统个体发育理论的一个核心概念。异时性是遗传信息不平衡展开的特殊规律，指有机体不同结构组织在胚胎发育中有选择的加速的发展。由于这种遗传上固定下来的成熟特点，新生儿继续生存的基本要求得到保障。

举例说，吸吮机能系统对幼儿出生后生活来说是极端重要的。所以它发展较早。它包括许多成分，其中面神经和三叉神经尤其重要。面神经在解剖上是个独立的结构。但是在发育的一定时期，构成面神经的各个纤维的成熟程度很不平衡，通向吸吮肌的纤维已形成髓鞘，与吸吮肌的肌纤维形成突触联系，而其它面肌都没有这样完善的纤维和突触结构（Е. Л. Голубева, 1961）。在吸吮机能系统内三叉神经核和面神经核细胞之间的中枢联系在胚胎发育早期就打下了基础（Т. И. Белова, 1965）。脑干面神经核内各个细胞团成熟和分化的速度也不相同，属于吸吮机能系统的面神经核部分分化较早，而面神经核内额支起点部分分化较迟。



图示出生前脑发育的概况 (引自 W. V. Cowan, 1979)

(图引自 J. P. Houston, 1979)

图示出生前发展的主要阶段

可见，参与吸吮机能系统的神经及其中枢部分很显然是加速成熟的。这样的分化也发生在吸吮机能系统的其它各部分。

悬吊机能系统在我们的动物祖先那里是极其重要的。这个系统使身体保持于悬吊状态。悬吊反应与抓握反应的形成密切相关。在怀孕六周时，支配手指弯曲的脊髓第八节前角细胞已经分化出来，而第五节的细胞却没有分化出来。同时，由脑干发出的下行传导束先伸展到第三节，在八周半到十二周时再伸展到第八节，最后到十九—二十周时才伸展到第五节（К. В. Шулейкина, 1958）。这里又一次表明，与抓握反射有直接联系的运动细胞有选择的、加速的生长。

安诺兴以此为据认为，他的系统发育理论优于 Coghill 的理论，上述这一事实违反了 Coghill 的由近及远的发展原则，根据这个原则第五节应比第八节先成熟。上述事实是他的系统发育理论的最好的说明。而且从上述事实也可看出个体发育中的器官发生理论的不足。器官不是作为一个整体而一起成熟的，器官内具有不同机能意义的各部分不是同时成熟的。选择性加速成熟的只是那些属于最早的机能系统的结构。

在机能系统的各个环节中，安诺兴特别强调中枢环节的重要作用。事实上中枢环节在发育中也是较早成熟的。

上述 Coghill 和安诺兴关于个体发育的一般理论和事实，虽然有所不同，但其共同点也是不少的。从引用的材料看，最先产生反应的身体部位在口部、颈部，而后是泛化性、整体性反应，最后是局部特殊的反应。在从头到尾、由近及远的原则上也有一些共同点。如安诺兴也承认，在人类胚胎发育的早期（八周），经过臂丛伸向上肢的所有神经元，确乎是按照由近及远的原则到达手臂肌肉的。不过他强调，当脑干下行通路到达第八节运动细胞时，作为机能系统一部分的手部屈肌开始占优势。所以我们认为，他们的理论和事实是可以相互补充的，都能有助于我们更好地理解行为及其生理机制的发生和发展。何况在生物科学中，要求一个理论能解释一切现象，也是不现实的。许多问题尚有待于科学家们去探索。

## 主要参考文献

L. S. Stone et al. Ontogeny of Behavior, McGraw-Hill Encyclopedia of science and Technology, vol, 2.

G. E. Coghill, Anatomy and the Problem of Behavior, 1929.

D. Hooker, The Prenatal Origin of Behavior, 1952.

D. P. Kimble, Psychology as a Biological Science, 1977.

P. B. Baltes et al, Life-span Developmental Psychology, "Annual Review of Psychology", 1980.

"Scientific American", 1979, vol, 241, NO. 3.

А. Р. ЛУРИЯ, Естественные основы психологии, Москва, 1978.