

第 1 章

引 言

神经语言学是一门年轻的学科，正式提出于 20 世纪 60—70 年代，距今只有几十年的时间。然而，人们对于语言与人脑之间关系的探索却具有悠久的历史。要认识和理解这一学科研究的新发展，需要对该学科的研究内容以及发展过程具有一定的了解。因此，本书第 1 章首先围绕神经语言学的分支、主要研究领域以及发展历程进行简要的讨论，并在此基础上简要介绍我国在相关领域的研究发展概况。

1.1 神经语言学的分支

神经语言学是语言学与神经科学之间的交叉学科，主要研究语言和大脑功能之间的关系，目的在于理解人类语言的理解、产生、习得以及学习的神经和心理机制，探究大脑对于语言信息的接受、存储、加工和提取的方式与过程（崔刚，2015）。从目前的发展状况来看，它主要包括临床神经语言学、实验神经语言学和应用神经语言学三个分支学科。

临床神经语言学以脑损伤的患者为研究对象。早期的研究主要以失语症为主，后来又逐渐扩展到儿童发育性语言障碍、阿尔茨海默病、帕金森症、老年人语言退化等。脑损伤产生的原因是多方面的，可能是由于脑出血、脑血栓、脑肿瘤、脑外伤等导致的物理性损伤，也可能是由于诸如有害性物质所导致的生物化学性损伤。研究者通过各种方法检测患者在语言方面的障碍，然后把这些障碍与脑损伤的部位联

系起来，并以此来研究语言与人脑之间的关系。这种方法被称为解剖关联法（anatomical association），也被称为损伤-症状匹配法（Lesion-Symptom Mapping Approach）。人们对于语言与脑之间关系的研究起源于对语言障碍的关注和研究，因此，临床神经语言学具有悠久的历史，在 20 世纪 60 年代之前的相关研究基本上都属于此类。不过，在早期的研究中，大脑损伤部位的确定比较困难，一般要通过外科手术的观察或者患者去世后的解剖才能进行。而在 20 世纪 70 年代出现的电子计算机断层扫描（computed tomography, CT）、80 年代出现的磁共振成像（magnetic resonance imaging, MRI）以及此后出现的扩散张量成像（diffusion tensor imaging, DTI）和扩散谱成像（diffusion spectrum imaging, DSI）技术，使得研究者能够即时而且更加精确地确定大脑皮层以及皮层之下神经纤维损伤的部位。另外，20 世纪末出现的经颅磁刺激（transcranial magnetic stimulation, TMS）技术可以通过改变磁脉冲的刺激来达到兴奋或者抑制局部大脑皮层功能的目的，尤其是由经颅磁刺激对特定的大脑皮层的功能进行抑制，从而产生“虚拟损伤”（virtual lesion），进而对大脑的语言功能进行研究。

实验神经语言学以没有受到脑损伤的正常人为研究对象，通过各种实验来研究语言使用与学习过程和脑之间的关系。这些实验与普通的认知心理学所采用的实验方法具有很强的相似性，研究者一般都要记录受试完成各种语言加工任务的准确度、反应时间等参数，只不过在实验神经语言学的实验中，研究者一般要在受试进行各种任务的同时运用脑成像技术记录他们的脑活动。现代脑成像技术主要包括血液动力学技术和电磁技术。血液动力学成像技术的基本原理在于，要进行某一项认知任务，就要相应地增强大脑的神经活动，也就随之增加被激活的大脑区域的糖分和氧的供应，这一变化可以通过局部脑血流量（regional cerebral blood flow, rCBF）的变化反映出来。正电子释放成像（positron emission tomography, PET）、功能性磁共振成像（functional magnetic resonance imaging, fMRI）和功能性近红外光谱成像（functional near-infrared spectroscopy, fNIRS）都属于此类。血液动力学成像技术的最大优势在于其空间定位的准确性，它可以精确地反映语言活动所涉及的脑组织，但是它们都存在着一个严重的血液动力学滞后的问题，也就是

说,从受试开始执行某一认知任务,血液要到达相应的区域需要数秒甚至一分钟的时间,而包括语言加工在内的认知活动的进行都是以毫秒计算的(Poeppel, 1996)。电磁成像技术主要依靠人脑在参与一项认知活动时所发生的电化学反应。人脑中的神经细胞具有很强的电化学性质,当人们进行某一项语言任务时,如识别某个语音、辨认一个单词等,都会引起大脑中电化学的变化。这些变化可以通过安放在头皮的电磁成像技术记录下来。目前这些设备主要包括脑电图(electroencephalography, EEG)和脑磁图(magnetoencephalography, MEG)两种。在采用电磁成像技术进行神经心理学研究时,事件相关电位(event-related potentials, ERPs)具有重要的意义。与血液动力学成像技术相比,电磁技术最大的优势在于它的直接性和时间上的准确性,它可以直接测量人在从事某一心理活动时大脑的电磁变化,不存在时间滞后的问题,但是它在空间的准确性上不如血液动力学技术。

应用神经语言学的目标在于把上述两个研究领域关于语言和人脑之间关系的研究成果应用于解决现实的问题之中,主要包括语言障碍,尤其是失语症患者语言能力的康复以及语言学习两个方面。语言是人类基本的交际方式,脑损伤所带来的各种语言障碍会严重影响患者的生活质量,因此,语言能力的康复一直是相关领域关注的重要问题。临床神经语言学关于语言障碍的研究有助于我们认识患者语言障碍产生的内在原因,从而提出针对性的康复方案。例如,Linebarger et al. (1983)对于语法缺失患者句子理解障碍的研究发现,患者的句法结构并没有受到损伤,只是表层结构的句法表征层面与深层结构中的语义层面的映射出了问题,导致患者不能顺利地进行题元角色的分配。基于这一认识,研究者们提出了映射疗法(Mapping Therapy),其目标在于训练患者理解句子的逻辑主语与逻辑宾语。神经语言学的成果在语言教学领域也具有非常广阔的应用前景。神经语言学是认知神经科学的重要组成部分,从20世纪80年代开始,研究者们就开始思考如何把包括神经语言学在内的认知神经科学的研究成果运用于教育理论的研究与实践之中。Hart (1983)提出了“适于脑的学习”(brain-compatible learning)这一概念,认为教育可以分为“适于脑”和“不适于脑”(brain-antagonistic)两类,而有效的教育必须按照大脑的工作原理来组织教学。语言教学作为教育

体系的重要组成部分，一直是相关领域研究所关注的一个重点问题（崔刚，2021）。

1.2 神经语言学的主要研究问题

神经语言学的研究涉及语言学、神经科学、心理学等多种学科领域，需要综合采用这些领域的方法，并以语言学理论、人脑的结构与功能理论以及认知心理学关于语言使用和学习的基础理论为基础，全面地研究语言和大脑之间的关系，其主要内容包括语言损伤、语言使用和语言习得与学习的神经和心理机制，要研究的核心问题包括以下几个方面。

第一，脑损伤所导致的各种语言障碍以及由此所反映出的大脑的语言功能，其中最受关注的是失语症，后来的研究又进一步扩展至诸如阿尔茨海默病等其他类型患者的语言障碍。从历史的角度来看，神经语言学起源于人们对于失语症的关注和研究，可追溯至公元前 400 年希波克拉底（Hippocrates）关于语言障碍的描述。通过对失语症等语言障碍的研究，我们可以全面地了解语言障碍的表现以及它们所产生的心理机制和神经基础，从而为患者语言功能的恢复奠定理论基础。更为重要的是，语言障碍的研究可以很好地帮助我们揭示正常人语言使用的神经基础（Blumstein, 2022）。语言的理解与产生包含着极其复杂的心理和生理过程，而正常人的话语是在极短的时间内组织起来而且以流利的语流表达出来的，从而掩盖了语言产生和理解的复杂过程。而对于有语言障碍的人来说，由于语言处理机制的某些环节出现异常，他们对语言处理的速度明显减慢，并呈现许多典型的症状，从而为研究语言处理的过程以及语言与大脑之间的关系提供了机会。Aitchison（1989: 17–18）指出，“轻微的系统故障要比完善的工作系统更能够解释内在的机制。如果我们打开水龙头，里面流出的是纯净的水，我们就无从知晓在此之前水储存在什么地方。但是，如果有鸽子的羽毛随着水一起流了出来，我们就可以推测，水来自于鸽子可以进入其顶部的水箱。”失语症的科学研究从 Broca（1861）开始，其后又经过 Wernicke、Head、Goldstein、Jackson、Luria 等众多学者对失语症的深入研究，历经一个多世纪时

间,失语症患者表现出的各种语言障碍为研究大脑和语言之间的关系提供了丰富的材料。研究者力图通过研究语言障碍与大脑损伤部位之间的对应关系,探究大脑的语言功能,并以此为基础提出了各种关于语言和人脑之间关系的理论,这些理论已经成为当今神经语言学研究的基本立足点。即使在今天,分析大脑损伤所导致的语言障碍仍然是研究语言和人脑之间关系的最为常用、最为重要的方法,而且得到了更好的发展。一方面,研究者充分借鉴语言学和认知心理学的理论,设计了更为系统、更为科学的检测方案,用来测定患者的综合语言能力以及诸如语音识辨、词汇加工、句子理解等具体的语言能力;另一方面,包括计算机断层扫描(CT)、磁共振成像(MRI)等在内的各种结构性脑成像技术使我们能够精确、迅速地确定脑损伤的部位。

第二,儿童大脑的发展过程以及与此相伴的语言习得过程。主要包括两个方面:正常儿童的语言习得过程与大脑发育之间的关系以及儿童母语习得过程出现的各种语言障碍。从个体的发展来看,个人习得语言的过程受遗传、环境等诸多因素的影响,各有不同的特点,但是又存在着共同的规律,这一规律与人的大脑发育过程具有密切的关系。儿童语言习得主要发生在婴儿期(0-2岁)和童年期早期(3-6岁),这一阶段是儿童脑发育最为迅速的时期。婴儿刚出生时,大脑重量仅有350-400克,相当于成人大脑重量的四分之一;1岁左右,幼儿大脑的重量就会达到出生时的两倍,相当于成人大脑重量的二分之一;而在两岁左右就可以达到成人大脑重量的四分之三左右。与此同时,大脑的内部也在发生着急剧的变化。婴儿期和童年早期最为突出的是突触形成和分化。幼儿出生之后,脑中突触的数量会迅速增加,并且开始承担特定的功能,通过分化的过程,不同的神经元以及由此而形成的神经回路开始负责某些特定的职责(McCall & Plemons, 2001)。另外,从两岁左右开始,大脑左右半球的功能开始侧化(Lenneberg, 1967)。0-2岁是大脑正在发育、功能不够完善的阶段。在婴儿早期,与记忆密切相关的海马体尚未发育完成,因此,这一时期的幼儿还没有长期记忆(Seress, 2001)。与认知功能密切相关的前额叶皮层的发育也很缓慢,婴儿出生后第一年的下半年中,前额叶皮层以及相关的神经回路才逐渐发展出工作记忆,幼儿才可以对正在处理的信息进行短期的储存(Johnson, 1998)。在

童年早期，儿童的大脑继续发育、功能不断得到完善。大脑左右半球的功能侧化进一步发展，一个直接的结果就是儿童在3岁时开始出现偏好左手或者右手的现象。伴随着大脑的发育过程，儿童语言习得会依次经历单调声音（vegetative sounds, 0-6周）、咕咕声（cooing, 6周左右）、笑声（laughter, 16周）、发音游戏（vocal play, 16周-6个月）、咿呀语（babbling, 6-10个月）、独词话语（single word utterance, 10-18个月）、双词话语（two word utterance, 18个月）、电报式语言（telegraphic speech, 2岁）和完全句（full sentence, 2.5岁）等阶段。进入后期阶段，儿童的母语词汇量会不断增加，句子的结构也就变得越来越复杂。大约在5-6岁，儿童就可以比较熟练地使用母语进行口头交流（Harley, 2014）。儿童语言习得与脑发育的过程是密切相关的。一方面，脑的发育为儿童的语言习得提供基本的神经基础；另一方面，语言的习得也在一定程度上促进脑的发育，尤其是认知能力的发展过程。神经语言学的一个重要目标就是要揭示儿童从出生到成人整个语言发展过程和大脑之间的关系。

除了正常的语言习得过程外，儿童语言习得过程中出现的各种语言障碍也是神经语言学的重要问题。与成年人的失语症一样，儿童语言障碍对于神经语言学来说也具有特殊的意义。儿童语言障碍产生的原因在于先天或后天因素对大脑造成的损伤或发育不良，主要包括失语症、专门性语言障碍（Specific Language Impairment, SLI）和兰达-克莱夫综合征（Landau-Kleffner Syndrome）三种类型。儿童的大脑还处在生长发育阶段，语言习得也处于发展过程之中，其语言障碍具有很强的可变性与可恢复性。因此，与成人语言障碍的研究相比，儿童语言障碍的研究对于我们了解儿童语言习得的过程以及大脑和语言之间的关系具有更为重要的意义（崔刚、张岳，2002）。

第三，在人类进化过程中，大脑的进化与发展过程以及由此带来的语言能力发展。人类的发展经历了从猿人、原始人、智人到现代人的漫长进化过程。在200万到30万年前，智人（Homo sapiens）就已经具备了语言和符号的处理能力（Harley, 2014），从而使得语言成为人类区别于其他动物的关键特征之一。然而，人类语言与其他动物交际方式的差异性并不能掩盖自然世界中进化的连续性。Darwin 应该是第一位

从物种之间进化连续性的角度来思考人类语言的思想家，他指出，人类与低等动物的唯一差别在于人类使用语言的能力，这种能力可以把各种语音和近乎无穷的思想关联起来（Darwin, 1871）。然而，这种差异并不是本质性的，而是一个程度的问题，因为许多低等动物也能借助各种肢体动作和面部表情并通过声音的运用来表达意义。“人类把形式和意义关联起来的能力位于各种动物的感知与认知功能连续体的顶端”（Baggio, 2022: 65）。因此，我们可以通过对动物的感知、运动或者认知功能中与构成人类语言使用的能力要素中相对应的部分进行比较，借以研究语言进化与人类进化，尤其是与人脑进化之间的关系。Baggio（2022）指出，这种对应关系有两种：一种是同源性的（homology），即人类和其他动物具有某些共同的特质，而且这些特质都来自共同的祖先；另一种是类比性的（analogy），人类和其他动物都具有相似的特质或功能，尽管这些特质在不同的物种之中都是独立进化而来的。

大约在2300万年前，类人猿与其他灵长类动物分离，而人类和黑猩猩大约在500万年前产生差异（Pika, 2008）。在不到300万年的时间内，人类大脑的重量从300克增加到目前的1200–1400克，而且体积和复杂性在进化的过程中也不断增加，一些旧有的功能得以改进，一些新的功能（如语言、工具制造、创造）也得以出现。在语言学研究和现代科技高度发达的今天，人们对于语言的起源和进化过程仍然知之甚少，其中的一个重要原因在于，与人类器官进化的研究不同，我们无法得到关于语言进化的化石类证据。但是，目前科学界所普遍赞成的一个观点是，大脑的体积在300万年内增长了三倍以上，100万年之内就增长了一倍，这相对于人类的漫长进化过程而言是相当迅速的。关于大脑体积迅速增长的原因，研究者的意见尚未统一。其中一种观点认为，它与语言能力的产生和由此给人类带来的便利具有很大的关系，人类进化后期大脑体积增加最大的部位，包括大脑的额叶以及颞叶、顶叶和枕叶的连结区，似乎都与语言功能有关。Deacon（1997a）认为，语言与大脑的进化是按照一种相互促进的方式，都是为了解决认知和感觉运动问题而共同进行的。随着大脑额叶皮层的增加，符号处理的功能变得更加重要，语言能力的要求也就随之提高。这就促进了言语器官的发展，而言语器官的发展又反过来提高了人类的符号处理能力以及大脑的进化。

大约在 50 万年前，口语的出现使得人类大脑皮层的面积开始增加，人脑中负责口语的机制和语义机制经过几十万年的进化，神经系统自然而然地连接为一个整体。在对这一问题的研究过程中，目前的研究者一般以灵长类动物为实验对象，通过教授它们学习人类的语言来看大脑的进化与语言功能之间的关系。

第四，双语与多语的神经与心理机制。随着经济全球化和文化交流的日益深入，全球范围内的人口流动愈加频繁，为了满足生活、工作、教育等多方面的需要，越来越多的人会在母语之外再学习另外一种甚至多种语言，从而成为一名双语者或多语者。目前世界上双语者或者多语者的人数要超过单语者（Baggio, 2022）。如果一个人懂得两种或者两种以上的语言，这会不会影响到大脑对于语言的处理方式？不同的语言在大脑中是如何分而不混的？它们是否会相互干扰？这些问题都使得双语或多语的神经与心理机制成为神经语言学研究的一个重要而有趣的课题。目前，对于这一问题的研究主要采用两种方式。一种是对双语失语症患者的研究，它描述不同的语言组成成分之间的分离和双重分离的现象，还发现了一些双语失语症所特有的症状（例如，病理上的语码混合和转换以及翻译障碍等），这使得研究者能够把某些双语的特有能力与专门的神经功能系统联系起来。另一种是对双语者或者多语者大脑的实验研究，如电生理研究（在大脑外科手术过程中进行电刺激和事件相关电位）和神经解剖功能研究（正电子发射断层显像和功能性磁共振成像）等。例如，研究者通过在接受开颅手术的双语或多语失语症病人的大脑中插电极的方法，发现这些患者大脑中的每一个语言区域都进一步分成三个或者若干个小区，其中较大的一个负责两种或者两种以上的语言，其他较小的区域则各自负责某一种特定的语言。在这些较小的区域中，负责外语的区域要比负责本族语的区域大。由此人们推论，这大概是由于学习外语的初期所需要的神经细胞较多所致，而随着外语水平的提高，相应的语言区域也会逐渐收缩（毛子欣，1996）。

与单语相比，双语的神经语言学研究要复杂得多，正如 Grosjean（1989: 3）所指出的，“双语并不是两个单语者合并于一个人之中”，也就是说，双语系统并不是两个独立单语系统的简单叠加。对于双语者来说，两种语言总是处于不停地互动之中，一种语言的使用或学习会对另

一种语言甚至是认知能力产生影响。因此,探究双语对人的认知能力所产生的影响及其背后的神经机制一直是心理语言学和神经语言学所关注的一个重要问题。人们目前对这一问题尚未形成一致的意见,一些学者(如 Bialystok, 2009)认为,长期的双语使用会使人的认知系统得到强化,进而使双语者的认知能力要强于单语者,产生双语优势(bilingual advantage)效应。还有一些学者(Paap et al., 2015)则认为这种优势效应并不存在,或者认为双语的竞争会占用更多的认知资源,给认知系统带来干扰,使得双语者的认知能力要低于单语者,从而产生双语劣势(bilingual disadvantage)效应。另外,二语和外语也会带来大脑结构组织的变化。人类具有学习多种语言的特殊能力,这被认为是大脑功能可塑性变化所调节的技能。Newman et al. (2002)的研究表明,在精通双语的使用者中,主要由左脑负责调节第一和第二语言的处理过程。他们还发现,双语者大脑左半球下部大脑皮层的灰质密度要比单语者高,这一区域的灰质密度会随着第二语言熟练程度的提高而增加,但是会随着年龄的增长而减少。这些现象可能是由遗传因素造成,也可能是由于语言学习经历所导致的结构重组。人脑的结构会因为学习第二语言的经历而有所改变,同时人脑也会根据环境的需要而在结构上发生变化。Karl et al. (1997)的研究表明,在大脑额叶的布洛卡区,对于在成年后学习外语的双语者来说,不同的区域负责处理不同的语言,但是,如果人们在早期就学习外语,那么母语区和外语区则趋于被标记在额叶的同一区域。

第五,人类语言的基因研究。基因是生物遗传的结构单位和功能单位,是将遗传信息从上一代传递给下一代的载体。语言是人类所特有的交际能力,在历史上曾经有多位科学家试图训练动物讲话的能力,但是无论如何训练,动物所能使用的语言都极其有限(Steinberg & Sciarini, 2006)。这些研究都表明,人与动物在语言能力方面的差异是先天性的。Chomsky (1957)认为人生来就在大脑中具有一个和语言相关的装置,即语言装置(language faculty),以配合后天的学习,这种装置能衍生出无数的句子,具有很强的创造性。Pinker & Bloom (1990)也认为语言是生物进化和自然选择的结果。这也就意味着语言能力应该在人类的基因中有所体现,自然研究者寻找人类的语言基因。从20世纪60年

代开始,科学家们进行了不懈的努力,并取得了一些突破性的进展,其中最为著名的是 FOXP2。FOXP2 属于一组基因中的一个,为胚胎发育中的调控基因。该组基因通过制造一种可以粘贴到 DNA 区域的蛋白质来控制其他基因的活动。而 FOXP2 的基因突变破坏了 DNA 的蛋白质粘合区,使它无法形成早期大脑发育所需的正常基因顺序,从而导致发展性言语失用症 (developmental verbal apraxia) (Lai et al., 2001)。这一发现曾经引起新闻界的轰动,有的报道甚至使用了“科学界解开言语的奥秘”“第一个语言基因被发现”等标题。然而,对于 FOXP2 是否为真正的语言基因目前尚无定论,就连参与这一发现的科学家 Fisher 也怀疑这一结论,认为它只是影响人们清晰讲话的能力,该基因的突变并不会导致语言能力的丧失 (Fisher, 2019)。许多关于人类和动物的相关研究表明,FOXP2 决定着与运动技能和言语行为相关的神经回路的发育与功能,同时它也与心脏、肺部以及骨骼组织的发育密切相关。另一个与语言相关的基因是 CNTNAP2,它与前额叶皮层和颞叶上部皮层的早期发育相关,它的变异会导致儿童的语言能力低下或者特定语言障碍 (specific language impairment, SLI) 的产生 (Deriziotis & Fisher, 2017)。

除了从整体上研究人类语言的基因之外,神经语言学研究也关注有可能导致某种类型语言障碍的基因风险因素,其中最受关注的是发展性失读症 (developmental dyslexia)。失读症是对各种书面语言理解缺陷的总称。当一个儿童的阅读困难无法通过智力缺陷、教育不当或视觉障碍等原因解释的时候,通常就会被诊断为发展性失读症。发展性失读症是儿童常见的一种语言障碍,其发病率占到所有儿童的百分之五到百分之十。科学家已经发现一些与该疾病相关的基因变异,其中包括 DYX1C1、KIAA0319、DCDC2、ROBO1 等 (Galaburda et al., 2006; Williams & O'Donovan, 2006),具有这些基因变异的人群在儿童时期患上失读症的风险会大大提高。有证据表明,相关的基因变异有可能会影响到幼儿脑区发育过程中神经元的迁移与联结,最终导致大脑颞叶结构与功能的异常 (Giraud & Ramus, 2013)。关于语言障碍的神经基因学 (neurogenetics) 研究对于我们解释语言障碍的本质以及语言与脑之间的关系具有重要的意义。