认知的系统发生比较: 演化心理学研究进展

陈涛¹, 苏彦捷^{2*}

1. 清华大学社会科学学院心理学系, 北京 100084;

2. 北京大学心理与认知科学学院, 行为与心理健康北京市重点实验室, 北京 100871

* 联系人, E-mail: yjsu@pku.edu.cn

2019-06-17 收稿, 2019-09-27 修回, 2019-09-27 接受, 2019-12-16 网络版发表

国家自然科学基金(31872782, 31571134)资助

摘要 认知的演化研究有助于揭示人类认知的独特性等相关问题, 是人类心理研究的重要领域之一。目前, 对认知演化问题的研究出现了一些新探索——认知演化的系统发生研究, 即通过对某种认知能力进行跨多物种研究, 并通过联系演化压力的相关因素进行分析。现有研究已经在一定程度上说明了认知能力演化的规律。本文从理论贡献、研究取向以及实践研究3个角度对认知演化的系统发生进行论述, 旨在对认知能力的演化规律进行理论的探索和实践方法的扩充。

关键词 认知演化, 系统发生, 觅食假说, 社会脑假说

演化心理学是给予人类心理发展起源和动因解释的一门学科。目前, 在生物学领域, 物种的生理演化已经得到了越来越多研究证据的支持^[1]。生物学家通过宏观(形态学, morphology)和微观(分子生物学, molecular biology)等多种研究方法对不同动、植物物种所具有的特质(trait)进行系统分析后, 由此构建了一个不同物种演化的阶梯模型——演化树(evolutionary trees)(例如灵长目系统发生一致树^[2])来描述各物种之间的系统发生关系。

到目前为止, 心理的演化虽然借助于比较心理学进行了一些研究探索, 但更多地还是侧重在理论层面上的探讨。例如在认知能力发生发展领域主要有两种理论^[3], 即倾向于工具性的理论(例如觅食假说(foraging hypothesis)^[4,5]和生态智力假说^[6])与倾向于社会性的理论(例如马基亚维利智力假说(Machiavellian intelligence hypothesis)^[7]或社会脑假说(social brain hypothesis)^[8])。觅食假说认为, 灵长类物种认知能力的演化压力来自

觅食环境, 觅食环境的特点(例如食物种类、捕食者压力等)会塑造其相应的认知能力, 觅食行为即是该物种认知能力发展的动力。社会脑假说则强调灵长目物种所处社会的复杂性主要决定了该物种的认知能力。两种假说都得到了一定研究的支持^[9], 上述理论所对应的演化适应性因素如何, 以及与某种认知能力之间是否遵循一定的系统发生规律, 还未有系统完备的科学方法予以验证^[1,10]。

1 认知演化系统发生的理论取向

共同祖先(common ancestor)观^[11]和演化趋同(evolutionary convergence)观^[12]是讨论认知演化系统发生的两种主要的理论取向。

1.1 共同祖先和演化趋同

认知能力是否同生理系统一样遵循一定的系统发生规律? 这个问题一直是心理学界所关注的问

引用格式: 陈涛, 苏彦捷. 认知的系统发生比较: 演化心理学研究进展. 科学通报, 2020, 65: 18–24

Chen T, Su Y J. Phylogenetic comparison on cognition: Advances in evolutionary psychology (in Chinese). Chin Sci Bull, 2020, 65: 18–24, doi: [10.1360/TB-2019-0204](https://doi.org/10.1360/TB-2019-0204)

题^[10,13,14]。比较心理学的研究结果也提供了很多证据,但很长时间内缺乏较为系统的科学研究证据说明认知演化的轨迹,即说明认知能力与物种演化间的关系。对此,系统地对包含人类在内的不同动物物种的认知能力进行比较研究,成为认识认知能力系统发生规律的必要手段^[14,15]。同时,也只有在系统发生层面进行比较,才能对认知能力有一个更为全面的理解^[13,16],即从Tinbergen^[17]提出的认知能力的个体发生发展(ontogeny)、不同层面的形成机制(causal)、演化过程(phylogeny)和存在的意义(function)4个角度来对某种认知能力进行全面研究,从而完成科学理论到实践的描述、解释、预测和控制等一系列目标。

关于不同动物物种之间所表现出的认知能力背后所具有的演化机制问题,即对于认知能力演化的看法,研究者主要持有两种理论观点^[18]。第一种观点认为包括人类在内各个物种具有共同祖先,现有的各物种所具有的某种认知能力是从共同祖先处继承而来的,有着共同的演化基础,这样各个物种也就有了相似的认知表现^[11]。这种观点源自达尔文的《人类的由来与性选择》,即达尔文认为“人和动物之间的心理能力并没有本质的差别”^[19],不同物种从共同祖先处继承的不仅仅是生理特质,也包括心理特质^[1]。这种观点关注的是认知能力的演化基础。另一种理论观点是从演化趋同的角度关注对认知能力演化产生作用的适应性压力^[12]。演化趋同观点认为各物种所表现出的相似的认知能力是由于不同物种可以使用相似的方法来解决认知问题,这可能是因为它们受到了相似的选择压力所致,而不是因为它们有共同的祖先^[1]。

1.2 两种理论取向的关系

上述两种理论侧重点不同,第一种理论倾向于理论的推演,需要多物种的数据来加以验证;而第二种理论更多是来自于对实证数据的解释,这种解释可以显得更节省。理论层面,生物学的研究结果支持了共同祖先假说,那么对于相对基础的认知能力,即对共同祖先生存和繁衍至关重要,且不具备显著的个体差异的认知能力,由共同祖先处保留到其后的物种的可能性就更大。这种观点得到了一些研究者的支持,他们认为动物分类相距较远的物种表现出相似的认知能力是因为不同物种间都存在支持这种认知能力的同源神经基础或脑区^[11]。例如脊椎动物在一些基础认知能力上具有的一致表现就是因为它们具有同源脑区^[20]。演化趋同

的观点更多是来自于对实验室研究结果的思考,研究者在实验室研究中,发现不同物种可能会使用相似的方法来解决相应的认知问题,特别是从这些物种所处的动物分类和相互间的系统发生关系来看,使用共同祖先来解释一个具体的认知情境中的行为表现,并不符合奥卡姆剃刀(Occam's Razor)的节省原则^[1]。

通过以上分析可以发现,两种理论之间的争议在于对不同物种所具有的相似的认知能力的解释上,一个着重于理论推演,一个倾向于数据的节省解释。不过,两种理论观点都认为可以从基础的认知能力出发对认知能力的演化进行研究,即通过对人和动物都具有的认知能力出发进行系统研究,对认知能力的演化规律有所认识^[18]。由此,就可以从实践层面出发,对物种所具有的认知能力进行更为基础地剖析,即结合比较心理学、动物行为学、认知神经科学等学科的研究方法,对认知能力的基本组成成分进行分析量化标定,与演化适应性压力的对应因素进行相关研究分析。这样既可以为验证共同祖先理论提供研究证据,也可以对不同物种所具有的相似认知行为反应进行区分和说明^[1,18]。

2 认知演化系统发生的研究取向

在实际对于不同物种间的认知能力进行研究时,通常采用自上而下(top-down)和自下而上(bottom-up)两种方法。自上而下和自下而上两种方法是对认知进行系统发生研究的两个方面,两者间具有相互补充的关系。

2.1 自上而下

自上而下的方法是以人类具有的某种认知能力作为参考标准,考察其他物种具有该种能力的水平。例如,Brosnan和de Waal^[21]的研究发现,卷尾猴(*Tufted capuchin*)也存在对公平的认知。实验中,研究者训练两只卷尾猴被试使用代币换取食物。在实验过程中,会出现两种对卷尾猴来说价值不同的食物,一种是黄瓜片,另一种是相对美味的葡萄。在换取食物的过程中,两只被试是相互可见的。当两只被试使用代币换取的食物都是黄瓜片时,两只被试都会接受这种食物,相安无事;但当一只被试使用代币换取的食物是葡萄,而另一只还是只能换取黄瓜片的时候,这只被试会选择拒绝接受这个“不公平”的结果^[21]。此外,最近有研究者发现黑猩猩可以理解烹饪(cooking)行为,黑猩猩和人类一样具

有对“烹饪”过的食物的偏好^[22]。

自上而下的方法关注的是某种认知能力在物种间的存在水平,以人类所具有的某种认知能力为标准,在不同物种间探索该种认知能力存在的水平,多数时候这种探索是定性的,还不具备定量的特征。同时,以上述公平和烹饪的认知为例,自上而下探讨的认知能力大多包含复杂的认知成分,特别是当某些认知成分还是和人类社会独具的特质所联系时,对动物实验结果的过度解释就很难避免^[1,23],使此类“拟人化”的研究方法也受到诟病^[12]。

2.2 自下而上

对于自下而上的方法来说,研究者一般会对复杂认知能力的基础组成成分(基础认知能力)进行分析研究,对于广泛存在物种之间的这种基础认知能力进行系统研究,研究其相互之间的差异程度。系统发生的比较方法(phylogenetic comparative methods)^[14,16]就是一种重要的自下而上的研究方法。系统发生的比较方法需要选取某种认知能力作为分析对象,在广泛的物种中使用相同或相似的实验范式进行实验验证,以得到该认知能力在物种之间的分布数据。因为基础认知能力已经被现有研究证明广泛地存在于很多包括人类在内的物种之中,所以此类研究通常针对某种基础认知能力进行,例如抑制控制(inhibitory control)能力、数量核心知识能力等^[10,24]。进一步可以将该认知能力的不同物种的数据与这些物种所具有的生理和生态数据进行综合分析,从而考察认知能力和生理、生态数据间的关系^[10,16]。

自下而上的方法不再对某个物种所具有的特定认知能力进行有或无的考察,其关注的是基础认知成分的水平,以及背后的演化机制。这样就可以从实践层面对不同物种所具有的同一种认知能力进行研究,进一步通过演化关系建模,回答认知发生和发展的问題^[14,16]。

2.3 两种研究取向的关系

自上而下的方法可以对定义某种认知能力的物种边界提供一个前提,即哪些物种具有此类能力。而自下而上的方法对于相关认知能力的基础组成部分进行物种间的实验研究,就可以使用系统的方法对该种认知能力进行研究和数据分析,得到对该种认知能力发生发展的认识,以及从系统发生角度对人类高级认知能

力和基础认知能力之间关系的认识。

同时,通过自下而上的方法对基础认知能力在不同物种之间的分布以及分布水平进行研究,可以对认知能力的共同演化基础这一问题,以及影响认知演化的因素等问题进行验证^[14,16]。

3 认知演化的系统发生的研究

通过上述分析可知,采取一套可操作的科学研究方法可以对物种间认知能力进行系统研究。即针对一种基础的认知能力,使用系统发生比较的研究方法,进行跨物种的实验研究,这样获得的数据可以进行系统的比较研究,其研究结果对于回答认识演化的理论问题具有重要意义。

3.1 抑制控制的系统发生

抑制控制能力是一种十分基础的认知能力^[25]。研究发现这种认知能力广泛存在于不同物种之中^[24]。Amici等人^[26]调查了6种灵长目物种(*Chimpanzees*, *Bo-nobos*, *Orangutans*, *Gorillas*, *Capuchin Monkeys*, *Spider monkeys*)的社会抑制控制能力(对社会性行为的自我控制倾向),发现合群和分群的水平可以在一定程度上预测这6种被试的社会抑制控制能力。

Kabadayi等人^[10]对36个物种(涉及鸟类和哺乳动物)共567只个体的抑制控制能力进行了研究。研究使用了在抑制控制研究中常用的两种范式:圆筒测验和A非B测验^[24](由于被试本身习性特点的限制,并不是所有被试都参加了两种测验)。研究首先发现,抑制控制能力是一种广泛存在的基础认知能力。同时该研究选用的解剖学和生态学指标作为演化适应性的衡量因素,其中包括食性中的果实百分占比(percent fruit in diet)、食性范围(dietary breadth)、种群大小(population group size)、取食群体大小(foraging group size)、家域范围(home range)、日活动距离(day journey length)、防御指数(defensibility index, D指数,即动物保卫领域,防御侵犯的能力)、初级基底(primary substrate,如灵长类移动的地面、树冠都是基底的类型)等。结果发现抑制控制是和绝对脑容积(absolute brain volume)呈正相关关系的。这样的结果对皮层重组假说是一个有力的支持。皮层重组假说认为认知演化重要的物质表现就是大脑容积的变化^[10,27-30]。同时该研究还发现,在所研究的灵长目物种中,觅食食谱的范围(dietary breadth)也能对抑制控制能力进行预测。这个结果与Milton^[4,5]提出的觅

食假说(foraging hypothesis)相符. 该假说的主要观点是, 对于觅食行为占据行为总时间比较大的动物来说, 它们日常主要的行为就是在各种食物环境中觅食, 觅食环境的特点(例如食物种类、捕食者压力等)会塑造其相应的认知能力, 觅食行为即是该物种认知能力发展的动力.

3.2 数量认知能力的系统发生

有研究者总结了数量认知能力的演化证据^[31], 特别是现有研究显示在灵长目物种中, 包含原猴^[32,33]、狨^[34,35]、猕猴^[36-38]、狒狒^[39,40]、大猿^[40-42]等都表现出了一定的数量认知能力. 而且数量认知能力也具备基础认识能力的特点^[43], 即可以从自上而下的角度对数量认知能力进行研究.

Jones等人^[44]试了3种狐猴(*Lemur catta*, *Eulemur mongoz*, *Eulemur macaco flavifrons*)、恒河猴(*Macaca mulatta*)以及成年人类被试的数量认识能力. 研究使用相对数量辨别范式, 要求被试在计算机上对同时出现的两幅图片进行判断, 每幅图片上都会出现1~9个圆点, 且两幅图片的圆点数量不同, 实验要求被试选择圆点较多的一幅. 实验结果证明, 3种狐猴的数量认知能力符合数量核心知识系统的特点, 即具有基础的数学认知能力. 进一步通过贝叶斯统计分析发现, 四类被试的数量认知能力并不存在性质上的不同, 即四类被试对于数量的内部表征都符合近似数量系统(approximate number system)的预测, 且符合该系统的线性表征模型. 四类被试的认知差异主要表现在对数量认知敏锐度上, 即人类的韦伯分数(Weber fractions)最低, 敏锐度最高^[44].

陈涛^[45]对Jones的研究方法进行了改进, 并测量了川金丝猴(*Rhinopithecus roxellana*)以及1.5, 2.5, 3.5, 6~7岁和成人5个年龄段的人类被试. 结果与Jones等人^[44]的研究一致. 即六类被试之间内部表征模型并不存在性质差异, 都符合线性表征模型. 六类被试的数量认知敏锐度中, 川金丝猴最低, 人类随年龄增长而升高^[45]. 同时, 该研究进一步总结了目前有关灵长类的数量认知敏锐度的相关结果, 对8个灵长目物种进行了系统发生的比较分析, 发现食物中的果实占比可以对其其中7个非人灵长目物种的数量表征的敏锐度进行预测^[45], 结果支持了觅食假说.

3.3 其他认知能力的系统发生

MacLean等人^[46]对6种狐猴(*Eulemur fulvus*, *Eulemur*

macaco, *Eulemur mongoz*, *Lemur catta*, *Propithecus coquereli*, *Varecia variegata*)的社会认知能力进行了比较分析. 研究中, 人类主试作为动物被试的竞争者出现, 会以3种方式(面对和背对食物、在食物的不同侧、蒙住眼睛和捂住嘴巴)形成和被试对食物的竞争情境, 测试被试是否在选择人类竞争者处于弱势时(即人类被试的视觉线索看不到被试的情境)选中食物. 结果发现, 这6个物种典型的种群大小能预测这些物种的该种社会认知能力. 在这个研究中, 研究者还对这6个物种的抑制控制能力(采用圆筒测试)进行了研究, 发现典型的种群大小这个指标并不能对这种非社会认知能力进行预测.

此外, Street等人^[47]在Reader等人^[48]研究的基础上, 对52个灵长目物种进行了一系列认知测验, 发现这些灵长目物种的社会学习能力与绝对和相对的脑容量、种群大小, 以及寿命呈现相关关系.

4 总结和展望

觅食假说和社会脑假说虽然分别得到了不同研究的支持, 给出了一部分的质性说明, 即演化压力的来源, 但对于进一步深层次的机制问题并未给出明确的解释. 而通过认知演化的系统发生研究可以在一定程度上对这类问题有一个更优化的解释.

本质上讲, 认知演化的系统发生也是一种采用大数据研究手段的工作, 即对认知演化问题, 通过结合多个数据库的研究, 对不同物种多种认知能力从多维度进行大规模的数据挖掘和分析验证^[49]. 通过这种分析, 可以揭示某种认知能力的演化路径, 并且可以从理论角度来验证一种认知能力究竟在多大程度上受物理环境或社会环境的影响.

目前, 该类研究也遇到一定的挑战. 例如, 动物的某种认知能力在多大程度上可以进行跨物种比较^[12], 这涉及某种认知能力组成成分的问题, 通过演化的系统发生的研究可以帮助我们更好地对人类认知能力的组成成分进行科学的分析^[50].

通过本文前述的研究也不难发现, 受到物种生理和生态特征的限制, 演化的系统发生研究很难在某些意义上严格的遵循同一范式^[10,16]. 由此实验范式的推进一直为比较和演化研究所重视^[51,52], 虽然有研究者已经在某种方法上(例如迂回范式^[53])给予了一定总结, 但总的来说, 在测量层面上还需要进行更多的探索^[50].

为了得到更可靠的研究结论, 系统发生研究应该纳入更多的物种, 特别是我们人类自身. 目前一般都没

有把人类被试纳入研究对象,这可能是因为现有的衡量演化压力的指标(例如种群数量)并不十分适合人类被试.在未来的研究中,我们可以进一步从认知神经网络和机制方面找到相关的演化压力指标,定位认知能力和神经解剖之间的关系^[54].例如,有研究者使用延迟匹配任务,通过一系列实验证实了灵长目物种的顶内沟(IPS)存在对数量维度刺激产生特异反应的神经元,

这类神经元对非符号化的数量刺激和符号化的数量刺激都会产生相应的激活^[55].

随着物种认知能力的系统发生比较最新研究方法的出现^[56],对认知能力的系统发生问题随之也进入了量化研究的阶段.通过对演化适应性压力和认知能力之间关系的定量研究,将有助于我们认识不同物种乃至人类认知能力的发生发展规律.

参考文献

- Bolhuis J J, Wynne C D L. Can evolution explain how minds work? *Nature*, 2009, 458: 832–833
- Arnold C, Matthews L J, Nunn C L. The 10kTrees website: A new online resource for primate phylogeny. *Evol Anthropol*, 2010, 19: 114–118
- Dunbar R I M, Shultz S. Why are there so many explanations for primate brain evolution? *Philos Trans R Soc B Biol Sci*, 2017, 372: 20160244
- Milton K. Distribution patterns of tropical plant foods as an evolutionary stimulus to primate mental development. *Am Anthropol*, 1981, 83: 534–548
- Milton K. Foraging behaviour and the evolution of primate intelligence. In: Byrne R W, Whiten A, eds. *Machiavellian Intelligence. Social Expertise and the Evolution of Intellect in Monkeys, Apes, and Humans*. New York: Oxford University Press, 1988. 285–305
- Rosati A G. Foraging cognition: Reviving the ecological intelligence hypothesis. *Trends Cogn Sci*, 2017, 21: 691–702
- Whiten A, Byrne R W. Tactical deception in primates. *Behav Brain Sci*, 1988, 11: 233–244
- Barton R A, Dunbar R I. Evolution of the social brain. In: Whiten A, Byrne R W, eds. *Machiavellian Intelligence II: Extensions and Evaluations*. London, UK: Cambridge University Press, 1998
- Ashton B J, Thornton A, Ridley A R. An intraspecific appraisal of the social intelligence hypothesis. *Philos Trans R Soc B Biol Sci*, 2018, 373: 20170288
- Kabadayi C, Taylor L A, von Bayern A M P, et al. The evolution of self-control. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2014, 111: E2140–E2148
- de Waal F B M, Ferrari P F. Towards a bottom-up perspective on animal and human cognition. *Trends Cogn Sci*, 2010, 14: 201–207
- Shettleworth S J. *Cognition, Evolution, and Behavior*. Oxford: Oxford University Press, 2010
- MacLean E L. Unraveling the evolution of uniquely human cognition. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2016, 113: 6348–6354
- MacLean E L, Matthews L J, Hare B A, et al. How does cognition evolve? Phylogenetic comparative psychology. *Anim Cogn*, 2012, 15: 223–238
- Herrmann E, Call J, Hernández-Lloreda M V, et al. Humans have evolved specialized skills of social cognition: The cultural intelligence hypothesis. *Science*, 2007, 317: 1360–1366
- MacLean E L, Nunn C L. Phylogenetic approaches for research in comparative cognition. In: Call J, ed. *APA Handbook of Comparative Psychology*. Washington, DC: American Psychological Association Press, 2017
- Tinbergen N. On aims and methods of ethology. *Zeitschrift Tierpsychol*, 1963, 20: 410–433
- Hemelrijk C K, Bolhuis J J. A minimalist approach to comparative psychology. *Trends Cogn Sci*, 2011, 15: 185–186
- Darwin C. *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex*. London: John Murray, 1871
- Rugani R, Vallortigara G, Regolin L. From Small to Large: Numerical Discrimination by Young Domestic Chicks (*Gallus gallus*). *J Comp Psychol*, 2014, 128: 163–171
- Brosnan S F, De Waal F B M. Monkeys reject unequal pay. *Nature*, 2003, 425: 297–299
- Rosati A G, Warneken F. How comparative psychology can shed light on human evolution: Response to Beran et al.'s discussion of "Cognitive capacities for cooking in chimpanzees". *Learn Behav*, 2016, 44: 109–115
- Beran M J, Hopper L M, de Waal F B M, et al. Chimpanzee food preferences, associative learning, and the origins of cooking. *Learn Behav*, 2016, 44: 103–108
- Chen T, Gao J, Tan J, et al. Variation in gaze-following between two Asian colobine monkeys. *Primates*, 2017, 58: 525–534
- Diamond A. Executive functions. *Annu Rev Psychol*, 2013, 64: 135–168
- Amici F, Call J, Watzek J, et al. Social inhibition and behavioural flexibility when the context changes: A comparison across six primate species. *Sci Rep*, 2018, 8: 3067
- Deaner R O, Isler K, Burkart J, et al. Overall brain size, and not encephalization quotient, best predicts cognitive ability across non-human primates. *Brain Behav Evol*, 2007, 70: 115–124
- Herculano-Houzel S. The human brain in numbers: A linearly scaled-up primate brain. *Front Hum Neurosci*, 2009, 3: 31

- 29 Herculano-Houzel S. The remarkable, yet not extraordinary, human brain as a scaled-up primate brain and its associated cost. [Proc Natl Acad Sci USA](#), 2012, 109: 10661–10668
- 30 Herculano-Houzel S, Collins C E, Wong P, et al. Cellular scaling rules for primate brains. [Proc Natl Acad Sci USA](#), 2007, 104: 3562–3567
- 31 Yang W X, Zhang M L, Li H X, et al. Evolutionary evidences of primitive mathematics ability in human beings (in Chinese). [Adv Psychol Sci](#), 2017, 25: 810–824 [杨伟星, 张明亮, 李红霞, 等. 人类的近似数量系统. 心理科学进展, 2017, 25: 810–824]
- 32 Genty E, Roeder J J. Can lemurs (*Eulemur fulvus* and *E. macaco*) use abstract representations of quantities to master the reverse-reward contingency task? *Primates*, 2011, 52: 253–260
- 33 Jones S M, Brannon E M. Prosimian primates show ratio dependence in spontaneous quantity discriminations. [Front Psychol](#), 2012, 3: 550
- 34 Kralik J D. Inhibitory control and response selection in problem solving: How cotton-top Tamarins (*Saguinus oedipus*) overcome a bias for selecting the larger quantity of food. *J Comp Psychol*, 2005, 119: 78–89
- 35 Uller C, Hauser M, Carey S. Spontaneous representation of number in cotton-top tamarins (*Saguinus oedipus*). [J Comp Psychol](#), 2001, 115: 248–257
- 36 Beran M J, Decker S, Schwartz A, et al. Monkeys (*Macaca mulatta* and *Cebus apella*) and human adults and children (*Homo sapiens*) compare subsets of moving stimuli based on numerosity. [Front Psychol](#), 2011, 2: 61
- 37 Brannon E M, Terrace H S. Ordering of the numerosities 1 to 9 by monkeys. [Science](#), 1998, 282: 746–749
- 38 Brannon E M, Terrace H S. Representation of the numerosities 1–9 by rhesus macaques (*Macaca mulatta*). [J Exp Psychol-Anim Behav Process](#), 2000, 26: 31–49
- 39 Ferrigno S, Hughes K D, Cantlon J F. Precocious quantitative cognition in monkeys. [Psychon Bull Rev](#), 2016, 23: 141–147
- 40 Schmitt V, Kröger I, Zinner D, et al. Monkeys perform as well as apes and humans in a size discrimination task. [Anim Cogn](#), 2013, 16: 829–838
- 41 Garland A, Beran M J, McIntyre J, et al. Relative quantity judgments between discrete spatial arrays by chimpanzees (*Pan troglodytes*) and New Zealand robins (*Petroica longipes*). [J Comp Psychol](#), 2014, 128: 307–317
- 42 Vonk J. Quantity matching by an orangutan (*Pongo abelii*). [Anim Cogn](#), 2014, 17: 297–306
- 43 Spelke E S. Core knowledge and conceptual change: A perspective on social cognition. In: Barner C D, Baron A S, eds. *Core Knowledge and Conceptual Change* (Oxford Series in Cognitive Development). Oxford: Oxford University Press, 2016. 279–300
- 44 Jones S M, Pearson J, DeWind N K, et al. Lemurs and macaques show similar numerical sensitivity. [Anim Cogn](#), 2014, 17: 503–515
- 45 Chen T. The evolution of numerical cognition in primates (in Chinese). Doctor Dissertation. Beijing: Peking University, 2017 [陈涛. 灵长目物种的数量认知演化——基于川金丝猴与人类数据的系统发生研究. 博士学位论文. 北京: 北京大学, 2017]
- 46 MacLean E L, Sandel A A, Bray J, et al. Group size predicts social but not nonsocial cognition in lemurs. [PLoS One](#), 2013, 8: e66359
- 47 Street S E, Navarrete A F, Reader S M, et al. Coevolution of cultural intelligence, extended life history, sociality, and brain size in primates. [Proc Natl Acad Sci USA](#), 2017, 114: 7908–7914
- 48 Reader S M, Hager Y, Laland K N. The evolution of primate general and cultural intelligence. [Philos Trans R Soc B Biol Sci](#), 2011, 366: 1017–1027
- 49 Powell L E, Isler K, Barton R A. Re-evaluating the link between brain size and behavioural ecology in primates. [Proc R Soc Lond Ser B Biol Sci](#), 2017, 284: 20171765
- 50 Völter C J, Tinklenberg B, Call J, et al. Comparative psychometrics: Establishing what differs is central to understanding what evolves. [Philos Trans R Soc B Biol Sci](#), 2018, 373: 20170283
- 51 Krause M A, Udell M A R, Leavens D A, et al. Animal pointing: Changing trends and findings from 30 years of research. [J Comp Psychol](#), 2018, 132: 326–345
- 52 Shaw R C, Schmelz M. Cognitive test batteries in animal cognition research: Evaluating the past, present and future of comparative psychometrics. [Anim Cogn](#), 2017, 20: 1003–1018
- 53 Kabadayi C, Bobrowicz K, Osvath M. The detour paradigm in animal cognition. [Anim Cogn](#), 2018, 21: 21–35
- 54 Logan C J, Avin S, Boogert N, et al. Beyond brain size: Uncovering the neural correlates of behavioral and cognitive specialization. [Comp Cogn Behav Rev](#), 2018, 13: 55–89
- 55 Nieder A. The neuronal code for number. [Nat Rev Neurosci](#), 2016, 17: 366–382
- 56 Cantlon J F, Hayden B Y. Editorial overview: Comparative cognition. *Curr Opin Behav Sci*, 2017, 16: IV–VI

Summary for “认知的系统发生比较: 演化心理学研究进展”

Phylogenetic comparison on cognition: Advances in evolutionary psychology

Tao Chen¹ & Yanjie Su^{2*}

¹ Department of Psychology, School of Social Sciences, Tsinghua University, Beijing 100084, China;

² Beijing Key Laboratory of Behavior and Mental Health, School of Psychological and Cognitive Sciences, Peking University, Beijing 100871, China

* Corresponding author, E-mail: yjsu@pku.edu.cn

More and more biological evidence has been yielded in support of physical evolution of species. In contrast, psychological evolution has been, so far, studied primarily with theoretical exploration.

There are two theoretical approaches to the evolution on cognitive ability. The first, Common Ancestor, states that all species, including humans, have a common ancestor, from whom particular cognitive abilities in all existing species are inherited. The second, Evolutionary Convergence holds that different species possess similar cognitive abilities. The controversy between the two theories lies in the explanation of similar cognitive abilities in different species, one focusing on theoretical deduction and the other on parsimony in interpretation. However, both agree that basic cognitive abilities can be a starting point for studying the evolution on cognitive abilities.

The top-down and the bottom-up approaches are usually used to study the cognitive abilities of different species. The top-down approach focuses on the cross-species levels of presence of a certain cognitive ability, and explores its level of presence among different species in relation to that in human beings. For the bottom-up approach, researchers generally analyze and study basic cognitive abilities, or the basic components of complex cognitive abilities, and systematically study the degree of difference between species in these basic cognitive abilities, which are universally present across species. The top-down approach can provide a precondition for defining the species boundaries of certain cognitive abilities, or which species have such abilities, while the bottom-up approach employs systematic methods to study the basic components of relevant cognitive abilities through cross-species experiments. The elaboration above suggests that we can understand the emergence and development of certain cognitive abilities, and the relationship between human's advanced and basic cognitive abilities from the perspective of phylogenesis.

Phylogenetic comparative methods are an important kind of bottom-up method. For a basic cognitive ability, the method of phylogenetic comparison is used to conduct cross-species experiments, so that the data obtained can be compared systematically. The results are of great significance for answering theoretical questions regarding cognitive evolution. For example, Amici and colleagues examined the ability of social inhibitory control in six primates (chimpanzees, bonobos, orangutans, gorillas, capuchin monkeys, and spider monkeys), and found that the level of fission-fusion dynamics could partially predict this ability. MacLean and colleagues studied the inhibitory control of 567 individuals from 36 species (birds and mammals), and showed that inhibitory control was positively correlated with absolute brain volume. Dietary breadth also predicted inhibitory control in the primate species studied.

Jones and colleagues tested numerical cognition in three lemurs (*Lemur catta*, *Eulemur mongoz*, and *Eulemur Macaco flavifrons*), rhesus monkeys (*Macaca mulatta*), and human adults. They did not find any difference in nature among the four non-human groups in this ability. Specifically, the internal representation by all four non-humans was as predicted by the approximate number system and fit the linear representation model of the system. Cognitive differences among the five groups mainly lied in their numerical acuity, with humans having the lowest Weber fractions and the highest sensitivity. Chen improved their methods, tested humans in five age groups and golden snub-nosed monkeys (*Rhinopithecus roxellana*), and obtained findings consistent with those of the previous study.

With the rise of cross-species systematic comparison, the latest trend of in-depth exploration into cognitive ability, research on phylogenesis on cognitive ability has entered a quantitative stage. Quantitative research on the relationship between evolutionary adaptive pressure and cognitive ability will help reveal patterns in the emergence and development on cognitive abilities in different species and even human beings.

cognitive evolution, phylogeny, foraging hypothesis, social brain hypothesis

doi: [10.1360/TB-2019-0204](https://doi.org/10.1360/TB-2019-0204)