

青年和老年人群认知联系网络的局部结构特征分析*

林 枫¹ 江钟立^{1,4} 周 亮¹ 李淑景¹ 金 怡² 何一然² 陶 冶³

摘要 目的:从词汇联想网络角度比较青年和老年人认知联系结构的局部特征。**方法:**健康青年和老年人各 50 名。刺激词为 Kent-Rosanoff 中文对等词。反应词之间通过共享刺激词而构建“反应词-反应词网络”(RRN);青年组 RR 网络(YRRN)和老年组 RR 网络(ORRN)。采用 Pajek1.14 和 Matlab7.0 进行网络分析和可视化。局部变量包括点度中心性、中间中心性、接近中心性、首层云集系数(CC₁)和次层云集系数(CC₂)。**结果:**在不同年龄组之间,各局部变量相关系数均<0.6。各组点度中心性与中间中心性、接近中心性和 CC₂ 线性正相关,而与 CC₁ 之间缺乏明显线性关系。点度中心性或 CC₁ 数值排位前十位的词汇在两组间均重复很少。对 YRRN 和 ORRN 的交集和差集的比较显示在各年龄组均存在各自特有的重要词汇及其联系。**结论:**同一个词汇在不同年龄人群认知联系结构中的重要性不同;不同的局部变量可以反映词汇间联系的特征;点度和首层云集系数可以为认知康复研究提供方法学依据。

关键词 认知联系结构;自由联想测试;网络分析;认知康复;年龄

中图分类号: R493 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1242(2008)-06-0505-05

Local structure properties of Chinese cognitive associative networks in young and old people/LIN Feng, JIANG Zhongli, ZHOU Liang, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2008, 23(6):505—509

Abstract Objective: To compare the local cognitive associative structures in young and old people by analyses of word associative networks. **Method:** One hundred native healthy subjects including fifty young and fifty old people were in this study. The stimulus words were 100 Chinese words corresponding to Kent-Rosanoff list. Two "response-response" networks (RR networks) were constructed by defining response words as nodes and the relationships of sharing same stimulus words amongst response words as linkages, including RR network of young (YRRN) and old (ORRN). Pajek1.14 and Matlab7.0 were used for network analysis and visualization. Local variables included degree centrality, betweenness centrality, closeness centrality and 1st clustering coefficient (CC₁) and 2nd clustering coefficient (CC₂). **Result:** Pearson correlation coefficients of local variables in YRRN and ORRN were all smaller than 0.6. In both RR networks, multi-dimensional scaling diagrams showed positive linear correlations of degree centrality with betweenness centrality, closeness centrality and CC₂, but nonlinear correlations of degree centrality with CC₁. By the 10 most valued words of degree centrality or CC₁, there were few overlaps between each age group. For selection of word associative relationships, the differences and intersections of YRRN and ORRN showed that there were important words and relationships. **Conclusion:** There are different significances of a same word in different age groups; different local variables should represent characteristics of inter-concept relationships; degree centrality and CC₁ should provide supports for researches on cognitive rehabilitation.

Author's address Dept. of Rehabilitation Medicine, First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, 210029

Key words cognitive associative structures; free association test; network analysis; cognitive rehabilitation; age

人类具有优于其他物种的概念化(conceptualize)认识并记忆事物的能力。概念及其音响以语言符号的形式表现出来^[1]。索绪尔(Ferdinand de Saussure)认为语言并不仅仅是词汇符号的集合,而是一种关系结构^[1]。通过在概念间建立、增删和塑造概念间关系(inter-concept relationships),人类得以在认知过程中保持并修正记忆,以适应不断变化的环境。自由联想测试(free association test, FAT)有助于揭示语言的关系结构并供人类认知联系结构(cognitive associative structure)研究使用^[2]。英国、美国、俄罗斯和日本等国已经建立各自语言的联想词

汇库(word association norms, WAN)并广泛应用于语言和记忆研究^[3-6]。

通过将词汇看作节点,词汇之间的关系看做是连线,联想词汇库的结构可以表示为词汇联想网络

* 基金项目:江苏省卫生厅资助项目(No. H200732)

1 南京医科大学第一附属医院康复医学科,210029

2 江苏省省级机关医院(江苏省老年医学研究所)

3 南京师范大学新闻传播学院

4 通讯作者:江钟立(南京医科大学第一附属医院康复医学科)

作者简介:林枫,男,硕士,住院医师

收稿日期:2008-01-15

(word association networks)^[1,7]。网络分析技术(network analysis)能够对其中的关系型数据进行解析^[8]。林枫等通过对汉语青老年联想词汇库进行整体特征比对,发现青老年人的语言联系结构存在显著差异,其中老年人趋于精炼和内敛,且存在更独立的概念群,而青年人则趋于丰富和拓展性。语言作为交流的手段,本身又参与了人类认知联系结构的塑造。因此,词汇联想测试又能够为记忆训练、言语习得和认知疗法提供素材^[8]。本研究目的是从词汇联想网络的角度比较青年和老年人认知联系结构的局部特征,以期能为失语症或老年痴呆等脑高级功能障碍患者康复评估和治疗提供方法学依据。

1 对象与方法

1.1 对象

母语为汉语的正常志愿者 100 名。青年组 50 名,平均年龄 26 ± 2 岁,女性 28 名,男性 22 名,受教育年限 16—18 年。老年组 50 名,平均年龄 71 ± 6 岁,女性 30 名,男性 20 名,受教育年限 12—16 年。

1.2 方法

刺激词为 Kent-Rosanoff 中文对等词。词汇联想测试的实施采用国内周亮等所用方法^[9]:将刺激词编制成词汇手册,要求受试者看到刺激词后写出第一个联想到的词汇。

词汇网络的构建主要经过三个步骤^[10]:

第一步:删除在各年龄组中只被一个人联想到(联想频率为 1)的反应词(独特词)^[2]。同时,如果一个反应词可以被不同的刺激词联想到,则该反应词在不同的语义背景中都能被激活,其代表了记忆中最为稳固的概念^[2]。因此,那些只被一个刺激词联想到(点度为 1)的反应词也被删除,只保留被两个以上刺激词联想到的反应词。

第二步:由于词汇联想测试中的刺激词是由实验人员预先设定,只有反应词能够代表受试者自身的概念(participant generated concepts)^[2],因此在反应词之间通过共享刺激词而构建“反应词-反应词网络”(RRN)。刺激词在此网络中转变成反应词之间的连线,代表着反应词之间共享的概念。连线的权重(weight)反映了两个反应词之间共享了多少个刺激词。例如:“月亮”联想到“明亮”和“太阳”,“光线”也联想到“明亮”和“太阳”。因此,“明亮”和“太阳”在 RRN 中通过一条权重为 2 的连线连接。RR 网络反映了被试者脑内的概念共享结构,并可用于联想记忆的网络分析研究^[2]。

第三步:由于本研究关注的是词汇不变的情况

下老年人和青年人词汇网络中连线的异同。在进入 RR 网络的单词中筛选出老年组和青年组共有的单词,并构建各自的 RR 网络,即青年组 RR 网络(YRRN)和老年组 RR 网络(ORRN)。

1.3 数据分析和统计

网络分析的局部变量(local variables)包括:点度中心性、中间中心性、接近中心性、首层云集系数(CC₁)和次层云集系数(CC₂)^[2,8,11-14]。采用 Pajek1.14 进行局部变量的量化和可视化比较^[13,15]。分别计算两个年龄组的点度、中间性、接近性、CC₁ 和 CC₂。由 Pajek1.14 计算青年组和老年组的局部变量的 Pearson 相关系数。相关系数大于 0.6 可以视为两组间强相关,0.25—0.6 为两组间仅为中等程度相关,而小于 0.25 则表明两组间为弱相关^[13]。采用 Matlab7.0 绘制多维图(multi-dimensional scaling diagrams, MDSD)并进行曲线拟合。

2 结果

共有 207 个反应词被两个以上(包括两个)受试者和两个以上(包括两个)刺激词联想到,青年组和老年组共享 75.85%(157 个)单词。157 个单词之间的连接在两组各不相同,由此构建两个词汇相同但来自不同年龄人群的 RRN,以比较各自的局部特征。

2.1 青年组与老年组交集与差集

图 1(见前置彩色插页 5)显示了青年组和老年组的交集(cross-intersection,即两组均有的连线关系)和差集(cross-difference,即各组独有的连线关系)。在图 1 的三幅子图中,词汇点的位置保持不变,但可以看到词汇间连线发生变化。青年组的差集(YRRN_D)比老年组的差集(ORRN_D)有更浓密的连线关系,提示青年组特有的词汇联系比老年组更丰富。交集(RRN_I)显示两组存在某些共同的词汇联系;随着年龄变化,词汇能保持相对稳定的概念联系。同样的词汇集合,其中的连线关系在不同的年龄组既有共性又有特性,提示每个词汇在不同年龄组的重要性不同。同样的词汇(例如图 1 中右下角的“学习”)在不同年龄组有着不同的首层邻点,首层邻点间的联系紧密程度也各不相同,提示每个词汇在不同的年龄组有着不同的概念取向和话题范畴。

2.2 局部变量在两个年龄组之间的相关性

青老年两组的点度相关系数为 0.5602,中间性相关系数为 0.2104,接近性相关系数为 0.5334,CC₁ 相关系数为 0.4627,CC₂ 相关系数为 0.1377。各变量在两组间的相关系数均小于 0.6,而中间性和 CC₂ 小

于 0.25, 提示同一个词汇在不同年龄人群中的重要程度不相同。

2.3 同一年龄组局部变量之间的关系

图 2(见前置彩色插页 5)显示了同一年龄组内的点度和各局部变量之间关系的多维图(MDSD)。在 ORRN, 点度与除 CC_1 以外的其他局部变量之间呈线性关系: 点度与中间性的矫正相关系数(adjusted R^2)=0.9621; 点度与接近性之间的矫正 R^2 =0.9469; 点度与 CC_2 之间的矫正 R^2 =0.948。在 YRRN, 点度和除 CC_1 以外的其他局部变量之间也呈线性关系: 点度与中间性的矫正 R^2 =0.8954; 点度与接近性之间的矫正 R^2 =0.9144; 点度与 CC_2 之间的矫正 R^2 =0.8919。YRRN 和 ORRN 的点度均与 CC_1 无明显线性关系, 但是从趋势可知随点度增高, CC_1 的取值范围逐渐压缩, 且 CC_1 的值也趋于减小。两组的局部变量关系提示点度和 CC_1 两者难以同时在同一个词汇中获得高值。

2.4 不同年龄对点度和云集系数的影响

根据 RRN 中的点度和 CC_1 值从高到低排列, 分别列出各组位于前十位的词汇。表 1 显示 ORRN 和 YRRN 的前十个高点度词汇仅有 3 个(“痛苦”、“红色”和“美丽”)相同; ORRN 和 YRRN 的前十个高首层云集系数词汇仅有 2 个(“神父”和“信仰”)相同。点度前十位的词汇和 CC_1 前十位的词汇并无重叠。以观察点为中心的“自我中心网络”(ego-centric networks)可以直观地展示概念间联系, 而通过以每个词作为观察点计算局部指标, 可供词汇特征的研究。图 3(见前置彩色插页 5)显示了“舒服”在老年组中的各层邻点。“舒服”点度为 62, CC_1 值为 0.22。在图中, 从绿色的“舒服”开始, 其首层邻点为红色, 次层邻点为蓝色。词汇点的横径与其 CC_1 值的大小相一致, 纵径与其点度大小相一致。每个词的 CC_1 值都标在该词旁边。虚方框中包括了从“舒服”到“学习”的最短路径, 两词之间距离为 2。半透明圆框中包括了“学习”及其所有首层邻点。“学习”的点度为 7, CC_1 值为 1.00。

表 1 点度和 CC_1 值从高到低排列位于前十位的词

点度				CC ₁			
ORRN		YRRN		ORRN		YRRN	
舒服	62	红色	60	学习	1.0	黑夜	1.0
红色	36	快乐	53	回忆	1.0	辣	1.0
美丽	36	美丽	52	神父	1.0	神父	0.93
休息	35	白色	51	响声	1.0	基督教	0.93
睡觉	34	阳光	45	声音	1.0	佛教	0.93
蓝色	33	希望	40	市民	1.0	信仰	0.93
高兴	33	明亮	40	教堂	0.96	甜	0.85
黄色	32	树木	38	神圣	0.96	快速	0.83
舒适	32	黑色	38	和尚	0.96	快捷	0.83
痛苦	31	痛苦	38	信仰	0.96	快	0.83

3 讨论

人类的认知过程涉及对外界信息的采集、加工、记忆以及输出的过程, 最终在功能层面上表现为语言表达行为和躯体运动行为。因此, 语言沟通能力是人类认知能力的重要表现之一。索绪尔认为语言的关系结构包括线性句段关系和词汇联想关系^[1]。前者表现为句法系统(syntactic system)。后者表现为语义系统(semantic system), 并可为扩散激活模型(Spreading Activation Model, SAM)所描述^[6]。在人类大脑的进化过程中, 语义系统(20—30 万年前出现)早于句法系统(约 5 万年前出现)^[17]。因此, 在人类认知过程中, 概念间的联想关系处于更重要和更基本的地位。老化、痴呆、脑外伤和脑卒中等多种因素均能影响这种认知联系能力, 并以联想记忆能力受损和交流功能障碍表现出来^[18-19]。虽然临床上经常使用印刷词频作为记忆和交流功能训练的选词指标, 但是词频是从线性排列的句段中割裂词汇间关系而选取, 其仅仅提供了词汇, 并不能反映词汇的关系结构, 尤其无法反映词汇联想结构。通过对词汇联想网络进行分析, 可能会为记忆和言语治疗提供更为有效的选词指标^[8]。

周亮等建立汉语青老年人群 WAN, 并发现汉语背景下青老年人群词汇联想反应的个体间变异和联想反应类型在两个人群间存在显著差异, 提示青年人的词汇联想材料并不适用于老年人的言语与记忆研究^[9]。林枫等的研究也显示老年人的认知联系结构趋于精炼和内敛, 并且存在更独立的概念群; 青年人则趋于联系丰富且富于拓展性^[10]。本研究通过比较青年组与老年组的交集与差集显示青年组特有的词汇联系比老年组更丰富, 提示在选取词汇素材时需要考虑患者的年龄因素。

本研究选取了两组共有的词汇构建 RR 网络, 因此通过两个网络的局部指标的比对, 可以了解同一个词汇在不同年龄组中的重要程度。在 RRN 中, 两个词汇之间的连线表示两个词通过刺激词而测知的概念共享关系。在言语交流中通常需要围绕某个话题进行词汇组织, 因此“词汇-概念-话题”构成了交流功能的主要层次, 而认知联系网络的每个局部指标都有各自的侧重点^[8]。点度衡量的是观察点涉及概念的多少。中间性衡量的是观察点对概念(词与词之间)或话题(词团与词团之间)切换的控制能力。接近性衡量的是一个词汇与网络中任意一个可通达的词汇互通信息的时候, 在多大程度上能够不需要依赖其他词汇进行信息转接, 其大小与词汇所涉及话题范围的大小有关。首层云集系数只能反映以观察

点为中心所构建的词团的紧密程度,而词团的大小需要用点度来衡量。例如,图3中的“学习”组成的词团很紧密(“学习”的云集系数为1),但是词团范围较小(点度为7),提示该观察点概念稳定,且所涉及概念或话题的范围较小。又如图3中“舒服”的点度为62,其词汇数量很多,但是其云集系数仅为0.22,因此其周围词汇的聚集程度很稀疏,难以形成描述相关话题的词团,并且概念也较为模糊。本研究结果表明同一个词汇的局部变量值在两个年龄组之间的相关系数均偏低,提示同一个词汇在不同年龄人群中的重要程度不同。因此,如何界定重要的词汇可能需要综合运用以上指标。

Coronges 等认为核心概念 (central concept) 应该具备三大特征:①能激活或被许多其他概念所激活(与点度有关);②能够经过较小的距离就通达其他概念(与接近性和云集性有关);③作为其他成对概念之间的转接桥梁,有助于从一个概念切换到另外一个概念(与中间性有关)^[2]。因此在本研究中,使用多维图表示同一年龄组中每个词的各局部变量之间的关系。结果显示点度与中间中心性、接近中心性和 CC_2 线性正相关,而与 CC_1 之间缺乏明显线性关系。因此,当利用点度或 CC_1 评估词汇重要性时,两者难以相互替代,而点度与其他局部指标的线性正相关关系使其可以成为这些指标中的首选。同时,从点度与 CC_1 的分布趋势可以看到,随着点度增高, CC_1 的取值范围逐渐压缩,且 CC_1 的值也趋于减小。已有研究表明,在实际存在层级关系的网络中,点度与云集系数倾向于呈反比关系^[20-21]。这提示低点度的词汇拥有更云集的邻点,而高点度的词汇往往拥有互不相连的邻点,而整个认知联系结构呈层级结构。因此,高点度值可以用于筛选相关概念数量较多、话题涉及范围较大的词汇(如图3老年组中的“舒服”点度值为62,云集系数值为0.22);高 CC_1 值可以指导筛选相关概念数量较少、主题更为集中的词汇(如图3老年组中的“学习”点度值为7,云集系数值为1.0),并可用于提取相关话题的词团。

在本研究中,将点度值与 CC_1 值从高到低排列。前十位排列词汇在不同年龄组较少重叠,并且词汇的连接关系虽然有着两组的共性,但是也有各自的特性,因此提示在不同年龄人群有不同的概念取向和话题范围,有必要针对不同年龄组选择词汇和词汇间关系。网络分析能够选取每个年龄组相关的词汇并绘制该词汇的自我中心网络,提示网络分析不但有助于选取词汇,而且有助于揭示人类的认知联系结构,即词汇在人类心智中的内在关系。

青年和老年人认知联系结构的局部网络指标的分析对不同类型的言语或记忆功能障碍的康复治疗 and 评估具有一定的指导意义。处于病理状态的言语网络结构可能存在多种缺陷。例如高点度词汇缺失,在思维或表达过程中可能发命名或找词困难,临床上表现为非流畅性失语(如 Broca 失语);如果在听读词汇时不能与原有网络建立有效的连接,可能造成理解或复述的困难,临床多表现为流畅性失语(如 Wernicke 失语)^[8,22]。言语和记忆功能障碍康复的目标在于调整病理状态的网络,恢复相应年龄段的言语网络的生理状态,究其根本特征而言,仍然是纠正词汇的缺损(伴有连线缺失)或词汇间的异常的或已经缺损的关系。从正常老年人的认知联系网络所提取的词汇素材可能更适合老年患者的记忆障碍或言语障碍治疗^[10]。从网络中提取的高点度词汇进行训练可能有助于恢复高点度词汇缺失的问题(例如图3中“舒服”)。云集词团则可供不同任务指向(task oriented)的交流功能训练的选词参考。例如图3中“学习”及其七个首层邻点组成的与“学习、工作和休息”话题相关的词团。位于两词之间最短路径上的词汇则可以用于筛选最省力的话题切换点。例如图3中,位于“舒服”和“学习”最短路径上的四个词“休息”(点度为35, CC_1 为0.39,中间性值为0.0308)、“舒畅”(点度为19, CC_1 为0.66,中间性值为0.0039)、“睡觉”(点度为34, CC_1 为0.35,中间性值为0.0292)和“睡眠”(点度为22, CC_1 为0.41,中间性值为0.0125)中,“休息”点度最高,中心性也最高,其可以用于话题切换。因此,通过对认知联系结构中稳定存在的词汇进行局部指标的分析,可以为选择恰当的词汇输入刺激提供依据,并且能够进一步指导词汇间关系的重建、巩固或重塑。同样的数据搜集和分析技术也可以应用于老年痴呆或失语症等病理状态的认知联系结构的研究。

4 结论

网络分析技术能够有效地分析认知联系结构的局部网络特征。本研究利用网络分析技术探讨了年龄对青老年人群认知联系结构局部特征的影响,并发现不同年龄人群的认知联系结构在局部特征上存在显著差异,且同一个词汇在不同年龄人群认知联系结构中的重要性不同。为了提供有效的选词依据,本研究还探讨了不同的局部变量在同一年龄人群中的关系,并发现同一个词汇在同一年龄人群中随考察指标的不同而有着不同类型的重要性,其中点度和首层云集系数可以作为不同的量化选词指标。通

过构建所选词汇的自我中心认知联系网络,网络分析可以在选词的基础上进一步提供词汇间的认知联系。因此,网络分析可以为记忆和言语康复治疗提供选择词汇及词汇间联系的依据。

参考文献

- [1] 费尔迪南·德·索绪尔.普通语言学教程[M].北京:商务印书馆,2001.
- [2] Coronges K, Stacy A and Valente T. Structural comparison of cognitive associative networks in two populations [J]. Journal of Applied Social Psychology. 2007; 37(9):2097—2129.
- [3] Sinopalnikova A. Word Association Thesaurus As a Resource for Building WordNet [M]. GWC 2004,199—205.
- [4] Terry J. Modeling the Japanese mental lexicon: Morphological, orthographic and phonological considerations [J]. Advances in Psychological Research,2004,31: 27—61.
- [5] Burke D, Peters L, Harrold RM. Word association norms for young and older adults [J]. Social and Behavioral Science Documents,1987,17(2).
- [6] Hirsh KW, Tree JJ. Word association norms for two cohorts of British adults [J]. Journal of Neurolinguistics,2001,14(1):1—44.
- [7] Jinyun KE. Complex networks and human language,2007; arxiv.org/abs/cs/0701135.
- [8] 林枫,江钟立.词汇联想网络分析在言语康复治疗中的应用前景[J].中国康复医学杂志,2008,23(4):378—380.
- [9] 周亮,江钟立,林枫,等.青年人和老年人词汇联想反应的研究[J].中国康复医学杂志,2008,23(4):297—300.
- [10] 林枫,江钟立,周亮,等.青年人和老年人认知联系网络的整体结构分析[J].中国康复医学杂志,2008,23(4):291—296.
- [11] Newman M. The structure and function of complex networks [J]. SIAM Review,2003,45:167—256.
- [12] Solé RV, Corominas B, Valverde S. Language Networks: Their Structure, function and evolution. Santa Fe Institute Working Paper/05—12—042.2005.
- [13] Nooy W, Mrvar A, Batagelj V. Exploratory Social Network Analysis with Pajek [M]. USA. Cambridge University Press. 2005.
- [14] Costa LF, Rodrigues FA and Travieso G. Characterization of Complex Networks: A Survey of measurements [J]. 2006. arXiv:cond-mat/0505185.
- [15] Batagelj V, Mrvar A. Pajek - Program for Large Network Analysis. Connections.1998,21(2):47—57.
- [16] Carroll DW. Psychology of language [M]. Thomson Learning. 2004.111—114.
- [17] Ardila A. The origins of language: an analysis from the aphasia perspective[J]. Rev Neurol,2006,43(11):690—698.
- [18] Burke DM. Representation and aging [M]. In Craik, F.I.M. & Bialystok, E. (Eds.) Lifespan Cognition: Mechanisms of Change. Oxford University Press. 2006.
- [19] Jordan LC, Hillis AE. Disorders of speech and language: aphasia, apraxia and dysarthria [J]. Curr Opin Neurol,2006,19(6):580—585.
- [20] Albert R. Scale-free networks in cell biology [J]. Journal of Cell Science,2005,118:4947—4957.
- [21] Ravasz E, Somera AL, Mongru DA, et al. Hierarchical Organization of Modularity in Metabolic Networks [J]. Science, 2002,297(30): 1551—1555.
- [22] Cancho R, Solé RV. The small world of human language [J]. Proc R Soc Lond B, 2001,268(7): 2261—2265.

广东省荣誉军人康复医院招聘启事

广东省荣誉军人康复医院是一所具有30多年康复历史的省直医疗单位,地处广州市中心城区。医院拥有250张床位、价值2000多万元的医疗设备,其中“三科一中心”为框架的康复医学部,拥有120多张病床及价值300多万元的康复治疗和评估仪器。现因康复医学发展需要,向全国招聘康复医学专业人才。

招聘康复医师2名,康复治疗师1名: 条件:本科及以上学历,50岁以下,身体健康;康复医师具有高级职称,康复治疗师具有中级或以上职称,在三级医院从事本专业工作5年以上,具有一定的行政组织管理能力。待遇面谈。

联系方式: 应聘者请将个人简历、毕业证、医师资格证书、执业证书、身份证等相关证件复印件邮寄本院;符合要求的,医院通知面试。资料恕不退还。地址:广州市新港西路114号广东省荣誉军人康复医院政工科,邮政编码:510260;电子邮箱:rjyyzgk@163.com;联系电话:020-84187600-2611;联系人:陈先生。