

青年人和老年人认知联系网络的整体结构分析*

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人和老年人认知联系网络的整体特征。**方法:**正常青年人和老年人各 50 人。以 Kent-Rosanoff 中文对等词为刺激词进行自由联想测试。取两组共有的反应词构建两组人群的“反应词-反应词网络”(RR 网络),即青年组 RR 网络(YRRN)和老年组 RR 网络(ORRN)。采用 Pajek1.14 和 Ucinet 6 进行网络分析。**结果:**YRRN 连线分布的密度高于 ORRN, 连线分布的不均匀程度低于 ORRN。ORRN 有一个宗教话题的独立子网络。ORRN 点度层次比 YRRN 少。网络整体指标显示 ORRN 密度显著低于 YRRN($P<0.01$), 而点度中心势显著高于 YRRN($P<0.01$)。YRRN 平均最短路径长度和云集系数小于 ORRN, 而直径略大于 ORRN。**结论:**老年人的认知联系结构趋于精炼和内敛且存在更独立的概念群, 青年人则趋于联系更丰富和更富于拓展性, 提示有必要根据不同年龄的患者选择相应年龄段的词汇组合以供康复评估和训练使用。

关键词 认知联系结构;词汇联想测试;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)-04-0291-06

Global structural comparison of cognitive associative networks between Chinese young and old people/LIN Feng,JIANG Zhongli,ZHOU Liang,et al//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2008, 23(4):291—296

Abstract Objective:To compare the global structures of cognitive associative networks in Chinese young and old cohorts by network analysis. **Method:** One hundred healthy subjects including fifty young and fifty old people were enrolled in this study. The stimulus words in free association test were composed of 100 Chinese words corresponding to Kent-Rosanoff list. Two “response-response” word networks(RR networks), including RR network of young (YRRN) and old (ORRN), were constructed from the response words shared by young and old subjects. Pajek1.14 and Ucinet6 were used for network analysis and visualization. **Result:**The distribution of linkages in YRRN was thicker than that in ORRN. The distribution of the linkages in ORRN was more uneven than that in YRRN. An isolated subnetwork about religion was observed in ORRN. The amounts of degree partition in ORRN were fewer than that in YRRN. The global parameters showed that network density in ORRN was significantly lower than that in YRRN ($P<0.01$). The degree centralization in ORRN was significantly larger than that in YRRN ($P<0.01$). The average shortest path length and network clustering coefficient in YRRN was lower than that in ORRN. The diameter in YRRN was slightly larger than that in ORRN. **Conclusion:**The cognitive associative structure in old people is more simple and stereotyped and has more independent concept clusters. The cognitive associative structure in young people tends to be more interactive and extensible. It's essential to select different word sets for rehabilitation in different age populations.

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

在人类的认知过程中,大脑接受信息,进行加工并转变成内在的心理活动,最终输出信息以指导行为。整个过程需要对概念间联系(associations between concepts)进行不断的比对、增删和重塑。这种认知联系结构(cognitive associative structure)可以表现为词汇联想记忆(word associative memory)^[1]。自由联想测试(free association test, FAT)是研究词汇联想记忆的常用手段,即给出一个刺激词(stimulus words),受试者立即进行联想,说出或写出第一个联想词(response words),由此而确立刺激词和反应词之间的联想关系^[2]。以英语、俄语和日语等为母语的许多国家已经建立联想词汇库

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

联想词汇库的结构可以用词汇联想网络(word associative networks)来表示,其中的点代表词汇,而网络的连线则代表词汇之间的联想关系^[1,7]。网络分

* 基金项目:江苏省卫生厅科技计划资助项目(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,210029)

作者简介:林枫,男,硕士,住院医师

收稿日期:2008-02-15

析技术(network analysis)已经被广泛应用于多种复杂系统(complex systems)的结构与功能分析,例如社会网络(social networks)、食物网络(food webs)、神经网络(neural networks)和知识网络(knowledge networks)等^[8]。应用网络分析技术可以对不同人群的认知联系网络(cognitive associative networks)进行可视化 and 量化比较^[1]。本研究的目的是对老年人的词汇联想网络的整体结构特征进行比较,探讨认知联系结构在不同年龄人群中的组织特征,为老年性痴呆和失语症等脑高级功能障碍患者的认知功能评估和康复干预提供新的理论依据。

1 对象与方法

1.1 对象

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

1.2 方法

以 Kent-Rosanoff 词表 100 个中文对等词作为刺激词,FAT 的实施参考国内周亮等采集联想词汇的方法^[9]。

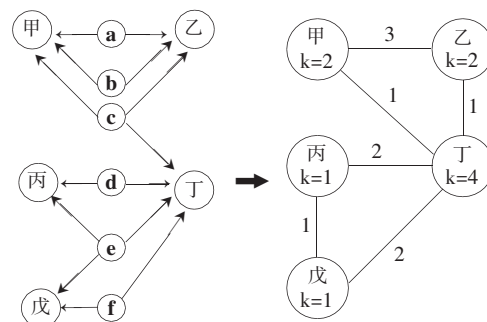
网络构建通过三个步骤得到最终进行比对的网络。

第一步利用联想关系构建“刺激词→反应词”网络(stimulus response, SR 网络)。SR 网络中发出箭头的词为刺激词,有箭头指入的词为反应词。在进一步分析中,反应词的两端联想特性将得到区分:被多少人联想(联想频率)和被多少词联想(点度)。在各年龄组中,那些只被一个人联想到(联想频率为 1)的反应词(独特词)将被删除^[1]。同时,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。因为如果一个反应词可以被不同的刺激词所激发,则该反应词代表了记忆中最为稳固的概念,其在不同的语义背景中都被激活^[1]。FAT 中的刺激词是由实验人员预先设定,因此只有反应词能够代表受试者产生的概念(participant generated concepts)^[1]。

第二步在共享刺激词的反应词之间建立连线,即将刺激词转变成为连线。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,由此构建“反应词-反应词”网络(RR 网络)。如图 1,刺激词 a、b 和 c 均联想到甲和乙两个反应词。在 RR 网络中,甲乙通过共享刺激词 a、b 和 c 而相互联系,而甲

乙之间连线权重为 3。甲由于在 RR 网络中与乙和丁相连,因此甲的点度为 2。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^[1]。由于本实验主要是研究概念间的联系随年龄变化而出现的不同,因此需要选择相同的词汇集合以研究其中的联系变化情况,即词汇不变的情况下老年人和青年人词汇网络图连线的异同。

第三步,从进入 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)。



“反应词←刺激词→反应词”网络 “反应词-反应词”网络
(SR 网络) (RR 网络)

图 1 网络图绘制示意图

刺激词为 a、b、c、d、e 和 f。反应词为甲乙丙丁戊

1.3 统计学分析

网络分析的整体参数(global parameters)包括:密度、平均最短路径长度、直径、点度中心势和网络云集系数^[1]。表 1 列出了本研究所涉及的网络分析术语^[1,6,10-12]。

采用 Pajek1.14 和 Ucinet6 进行整体参数计算和可视化^[9,13-15]。Ucinet6 进行网络密度统计比较(Bootstrap 法,抽样 5000 次, t 检验)。

点度中心势的统计比较采用 Coronges 等使用的方法^[1]:首先,构建 100 个规模和密度分别与各年龄组 RR 网络相同的随机网络,由此在各组计算出 100 个点度中心势随机值(random value)。其次,用点度中心势的实际值减去随机值得到预期值(expected value)。最后,采用 SPSS10.0 进行两组预期值的 t 检验。以 $P < 0.05$ 为有显著性差异。

2 结果

本研究收集到被两个或两个以上受试者和两个或两个以上刺激词联想到的反应词共 207 个,其中 157 个单词(75.85%)被青年组和老年组所共享。这 157 个单词之间的相互关系在青年组和老年组各不相同,由此构建两个词汇相同但来自不同年龄人群的 RR 网络,以比较年龄对词汇间关系的影响。

表 1 本研究所涉及的网络分析术语

术语	释义
观察点(ego)	被选出来进行分析的某个词汇。
邻点(neighbor)	与观察点相连的词汇,反映以观察点为中心的(ego-centered)网络特征。直接与观察点相连的词汇称为首层邻点(1st neighbor)。直接与首层邻点相连,并经过首层邻点与观察点相通的词汇称为二层邻点(2nd neighbor)。
网络规模(size)	网络所拥有的词汇总数。
点度(degree)	某观察点与其首层邻点相连的连线数量,又称为点度中心度(degree centrality),代表这个词在网中的重要程度或势力(word power)。点度越高,词汇的重要性越大,其在网络中越处于中心(hubs)或权威(authorities)的地位。各词汇的点度值用 k 表示。
网络密度(network density)	网络连线的稠密程度。当两个网络拥有完全相同的词汇时,高密度代表网络存在更多的连线,即词汇之间的连接关系更丰富。如果网络中的任意两个词汇之间均存在连线,整个网络就处于完全连接状态,其密度为最高值 1。如果整个网络只有词汇而没有连线,则其密度为最低值 0。
词团(clusters)	网络中存在的一群相互关联且紧密联系的词汇,通常与某个概念(concept)或话题(topic)相关。
最短路径长度(shortest path length)	从一个词汇过渡到另一个词汇所需要经过的最少连线数量。在一个网络中,有多少对词汇就有多少条最短路径;两个互相孤立的词汇之间的最短路径为零;两个直接相连的词汇之间的最短路径为 1。
平均最短路径长度(average shortest path length)	一个网络中值不等于 0 的所有最短路径的平均值。
直径(diameter)	一个网络中所有最短路径的最大值。
点度中心势(degree centralization)	整个网络的集权化(centralize)程度,反映了词汇势力(以点度中心度衡量)在整个网路中的集中程度。点度中心势越大,网络连线分布就越不均衡,最有势力(点度最大)的词汇与其他词汇的势力之间的落差就越大,整个网络就越可能是围绕某个或某些核心词汇的集权化结构。如果某个网络有一个词汇位于中心,其他词汇均只与该中心词汇相连,那么将组成一个完全"中央集权"的星状网络,其点度中心势为最高值 100%。如果某个网络中的词汇首尾相连组成一个圆环,那么所有点度均相等,其点度中心势为最低值 0%。
云集系数(clustering coefficient)	观察点的各个邻点之间交互连接的程度。较高的云集系数意味着某观察点的邻点之间存在更程度的交互关系,即该观察点与其邻点更稳固地聚集成词团。当某个观察点及其邻点形成的词团中的任意两个词汇之间均存在连线时,整个词团处于最紧密连接的状态,此时该观察点的云集系数为最高值 1。当某个观察点的邻点数量小于等于 1,或观察点的邻点之间不存在连线(即以观察点为中心呈星形结构),则该观察点的云集系数为最低值 0。目前主要计算两种云集系数:首层云集系数(CC1)表示的是某观察点的首层邻点之间连线的紧密程度;次层云集系数(CC2)表示的是某观察点的首层邻点之间的连线数占包括首层和次层邻点在内的所有邻点之间总连线的比例。一个网络中的任何词汇均可以作为观察点而计算该词汇的云集系数。
网络云集系数(network clustering coefficient)	网络中所有词汇的云集系数的平均值。网络云集系数是网络的整体指标,反映网络在整体上云集成词团的程度。

2.1 青年组和老年组 RR 网络连线分布状态比较

图 2(见前置彩色插页 5)显示了青年和老年组 RR 网络的连线分布状况。整体上的比较显示 YRRN 连线浓密而均匀;ORRN 连线稀疏,但有散在的浓密连线集中区。ORRN 存在一个有关宗教话题的独立的子网络,而其在 YRRN 中并不独立。

2.2 青年组和老年组 RR 网络整体参数的比较

表 2 显示了 ORRN 和 YRRN 的网络整体参数。ORRN 密度显著低于 YRRN($P<0.01$)。点度中心势预期值在 ORRN 中为 $24.0\%\pm 1.16\%$,在 YRRN 中为 $17.54\%\pm 1.23\%$ 。由两组预期值的 t 检验可知,ORRN 的点度中心势显著高于 YRRN ($P<0.01$)。ORRN 的平均最短路径长度和网络云集系数均大于 YRRN,而直径小于 YRRN。

2.3 青年组和老年组 RR 网络词汇点度分层(degree partitions)比较

图 3(见前置彩色插页 5)显示了两组 RR 网络词汇点度分层排列,反映了词汇势力的两极分化程度。词汇点度分层比较显示虽然两者的词汇数量相等,但是 ORRN 的词汇层次比 YRRN 少,并且在 ORRN 的分层图的下部聚集更多词汇,提示以点度为标志的词汇势力在 ORRN 两极分化程度增加,某些词汇获得了很高的势力,而更多的词汇进入下层

后是否集结成词团需要结合密度和点度中心势等量化指标进行判断。

表 2 青年组和老年组 RR 网络整体参数比较

整体参数	ORRN	YRRN
规模	157	157
密度	0.0902 ^①	0.1280
点度中心势实际值(%)	31.12 ^①	25.99
平均最短路径长度	2.3873	2.1892
直径	5	6
网络云集系数		
CC1	0.5982	0.5439
CC2	0.1483	0.0904

①与 YRRN 比较 $P<0.01$

3 讨论

在事物间建立概念联系并进行理解或表述的能力是人类的高级认知功能之一。老化、痴呆、脑外伤和脑卒中等多种因素均能影响人类的认知联系能力,并以联想记忆能力受损和交流功能障碍表现出来^[16-17]。康复治疗通常是进行治疗师和患者之间或患者与康复软件系统之间的交流训练^[18-19]。这些训练通常都需要使用词汇、概念或相关话题进行评估或选择训练的素材,例如关于家庭生活环境的词汇^[16]。虽然目前临床上言语和记忆功能障碍已经有较为成熟的评估技术^[20-21],但是缺乏科学有效的训练素材选取方法,致使康复治疗流程从实施上带

有盲目性和随意性,并使临床疗效不确定性随之增加。FAT作为一种发展成熟的实验技术,已经成为言语和记忆功能研究的常用手段^[1,21-22]。

Burke等^[9]运用FAT建立美国青年和老年人群的WAN并对两组人群间的个体间变异性(between-participant variability)、联想反应类型和反应时间进行了比对,发现三因素在两组间无明显差异。但是,同时也发现每个刺激词的联想频率排名前三位的反应词在两组人群之间存在差异,其间仅有39.5%重叠。在此后的研究中,Burke等^[10]认为英语和其他拼音语言的拼写与发音不一致将导致老年人表现出诵读困难(dyslexia)。Hirsh等^[4]建立英国青年和老年人群的WAN并进行比较,发现不同年龄人群内部的个体间变异有显著差异。由于汉语为象形文字,其增加了音-形匹配的难度,加之文化背景的差异,英语WAN的研究结果并不能简单外推到汉语。国内周亮等建立汉语青老年人群WAN并比较了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,发现在两个人群间也存在显著差异,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^[7]。

不同人群认知联系结构的传统分析方式仅仅反映了联想词频和“刺激词→反应词”的局部联想关系,而不能对认知联系结构进行整体分析。Cancho等^[23]首次采用网络分析的方法进行语言网络分析(language networks analysis)。此后诸多研究均提示网络分析在语言研究领域的重要价值^[5,8]。Steyvers等^[24]首次对佛罗里达大规模联想词汇库(South Florida Associative Thesaurus)进行网络分析并发现其SR网络符合无尺度网络(scale-free network)和小世界网络(small-world network)的特征。这种特征使网络结构稳定,而且使网络中的节点之间交互联系更有效率,从而有利于用较省力的方式保持较高的思维(或交流)速度^[5-6,8]。Motter等^[7]对词典词条之间的概念联系进行分析,发现概念网络(conceptual network)也拥有无尺度和小世界网络的特征^[25]。周亮等也在汉语联想词汇库的SR网络中也发现了类似特征。Coronges等^[1]首次采用网络分析方法比较了不同年龄阶段学生(中学生 vs.大学生)的认知联系网络,发现大学生的词汇量、网络密度和点度中心势高于中学生,平均最短路径、直径和网络云集系数在两组间较为相近;优势联想词在两组间有较大的重叠^[1]。提示大学生的认知联系网络结构变得更成熟,信息流动变得更有效率。这些研究均揭示有些普遍性的规律指导着认知联系结构的形成,也说

明人类认知联系网络具有稳定的有代偿能力的结构和高效率的联系,因而可以应用于康复治疗^[26]。

在本研究中,只被一个人联想或只被一个词联想过的反应词均被删除,以获得记忆中最稳固的词汇作为研究对象。由于本研究考察的是概念间关系随年龄的变迁,并且有75.85%的词汇在两组人群的稳定词汇中重叠,因此将重叠的词汇提取出来以构建RR网络。最终的两个RR网络反映了同一批词汇在青年和老年人中不同的认知联系结构。

在RR网络的量化指标中,密度代表概念之间交互关系的丰富程度。在词数相同的情况下,密度较高意味着网络中的词汇之间联系更丰富。但是密度值并不能衡量网络中每个词汇的重要程度,这需要用点度中心性来反映。点度代表了与某个词汇共享概念的词汇的数量,高点度词汇的概念范围要大于低点度词汇,涉及的话题范围也广于低点度词汇。点度是网络的局部特征,而点度中心势则反映网络的整体特征。在词数和密度相同的情况下,较高点度中心势意味着网络中存在一些词汇占据着中心地位,这些词汇的概念影响力和话题涉及范围要远大于大多数其他词汇,因而这样的网络具有更高的“中央集权”特性,其概念层次也更清晰。本研究显示,在规模相同的RR网络中,老年人相对于青年人有着的较小的网络密度和较高的点度中心势(表2),即老年人认知联系网络的连线稠密程度较低,呈不均匀分布的特点(图2,见前置彩色插页5)。网络的点度分层可视化图像有助于比较以点度为标志的词汇影响力的两极分化程度。本研究可视化网络图显示老年人的RR网络点度分层更少,并且其底部聚集者更多的低点度词汇(图3,见前置彩色插页5)。很显然,密度降低意味着有连线被删除,而如果要在维持高点度中心势的情况下降低密度,老年人则更有可能删除低点度词汇之间的联系以保全或增加与高点度词汇的连接。

点度只能衡量观察点的影响范围大小(涉及概念的数量),并不能反映观察点影响范围内的词汇之间关系的紧密程度。这需要云集系数来度量。云集系数反映多个概念之间的关联程度。拥有较高云集系数的词汇处在一个由该词汇及其相邻词汇所组成的词团中,其可能涉及包含多个概念在内的某个特定话题(例如老年组中有关宗教的词团)。单词的云集系数反映观察点自身的局部特征,而网络云集系数反映的是网络的整体特征,对网络云集系数的理解又需要参照网络整体指标:点度中心势。较高的点度中心势只能反映网络中存在点度分布的两极分化和

中央集权。概念相互之间联系的紧密程度无法用点度中心势来衡量,例如围绕某个中央词汇所形成的星形网络,其点度中心势为 100%,但网络云集系数为最低值 0。概念之间局部联系的紧密程度需要通过网络云集系数来考察。本研究中老年人的云集系数高于青年人,是因为在词数相同而点度中心势较高的情况下,低密度意味着低点度词汇之间的联系被删除或重新连接到高点度词汇上。此时如果要维持较高的网络云集系数,只有将低点度词汇组织成相对独立的小型词团,以增加高云集系数词汇的数量,从而使得整个网络的云集系数得到提高。这就提示老年人存在更多的局部词团。本研究还显示老年人的平均最短路径长度比青年人略大。平均最短路径反映了概念之间的距离。较低的平均最短路径长度提示概念或话题之间的距离(紧邻程度)较近,且受试者在谈话时能以更省力的方式进行信息交流,包括寻词和切换概念等(网络导航, network navigation)^[8]。老年人较大的平均最短路径提示其信息交流比年轻人稍费力。在本研究中,青年人的 RR 网络直径比老年人略大。直径表示网络中相距最远的概念之间的距离。在拥有相同词汇的网络中,较大网络直径提示青年人拥有一些比老年人相距更远的概念。例如“钉子”和“正直”青年人的最短路径值为 6,而“水”和“钉子”老年人的最短路径为 5。结合青年人较短的平均最短路径和较高的网络密度,提示青年人的认知联系网络更丰富和更富于拓展性。

由于分析的网络类型不同,本研究针对 RR 网络分析所得结果与 Steyvers 等^[22]、Motter 等^[23]或周亮等^[9]采用 SR 网络或其他类型的语义网络所得研究结果难以进行直接比较。Coronges 等^[1]采用与本研究相同的方式构建英语 RR 网络,并发现在年轻人(中学生和大学生)的平均最短路径为 2.6,直径为 5。本研究结果与其基本接近,提示认知联系结构在具有人群间差别的同时,还可能具有某些跨文化的普遍特性。有关英语及汉语 RR 网络性质的异同尚待进一步深入研究。

本研究结果提示老年人的认知联系结构虽然较为稀疏,但形成了较为清晰的概念层次结构,在出现一些影响范围较大的词汇的同时,又在局部形成较多的相对封闭的词团。这可能是由于老年人的某些词汇随着年龄增长而占据越来越重要的地位(局部点度增长和整体点度中心势增大),而另外一些词汇则更多地整合成某些特定概念或话题相关的词团(云集系数增加),各词团之间的联系变少(密度降低和路径变长),从而使得老年人倾向于使用成熟但相

对刻板的认知联系模式。关于宗教话题的独立词团可能就是这种年龄相关变化的典型表现。

青年和老年人认知联系结构的不同对言语或记忆功能障碍的康复治疗和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出现多种缺陷。如果高点度词汇缺失,整个网络可能崩溃为互不联通的词群,因而在思维或表达过程中发生命名或找词困难,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);如果在损伤后患者代偿性使用其他的高点度词汇来试图恢复最短路径,就有可能出现语法错乱(paragrammatism)和替代现象,临床可表现为传导性失语^[21,24]。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。因此,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。根据正常老年人认知联系网络的特点对其中的每个词汇进行分析有助于提取重要的概念、词团或词汇搭配关系供功能训练使用,也可以提取无关概念(unrelated concepts)供研究对照使用。

4 结论

利用网络分析技术能够有效地分析认知联系的网络结构特征。本研究利用网络分析性技术探讨了年龄对青年和老年人群的认知联系结构的影响,并发现两组人群的认知联系结构存在显著差异:老年比青年更稀疏而收敛,同时也更不均衡。因此,老年人的认知联系结构趋于精炼和内敛且存在更独立的概念群;青年人则趋于联系更丰富和更富于拓展性。康复评估和训练时有必要根据患者的年龄特点选择相应人群的语料。

参考文献

- [1] Coronges K, Stacy A, Valente T. Structural comparison of cognitive associative networks in two populations [J]. *Journal of Applied Social Psychology*, 2007, 37(9):2097—2129.
- [2] Nelson DL, McEvoy CL, Dennis S. What is free association and what does it measure [J]? *Mem Cognit*, 2000, 28(6):887—899.
- [3] Sinopalnikova A. Word association thesaurus as a resource for building word net[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 [J]. 2007, arxiv.org/abs/cs/0701135.
- [8] Newman M. The structure and function of complex networks [J]. SIAM Review, 2003, 45:167—256.
- [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] Solé RV, Corominas B, Valverde S. Language Networks: Their Structure, function and evolution [J]. 2005, Santa Fe Institute Working Paper/05—12—042.
- [11] Nooy W, Mrvar A, Batagelj V. Exploratory Social Network Analysis with Pajek [M]. USA: Cambridge University Press. 2005.
- [12] Costa LF, Rodrigues FA, Travieso G. Characterization of Complex Networks: A Survey of measurements. 2006, arXiv: cond-mat/0505185.
- [13] Batagelj V, Mrvar A. Pajek—Program for Large Network Analysis [J]. Connections, 1998, 21(2):47—57.
- [14] Borgatti SP, Everett MG, Freeman LC. Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis [M]. Harvard, MA: Analytic Technologies, 2002.
- [15] Borgatti SP. Net Draw: Graph Visualization Software [M]. Harvard: Analytic Technologies. 2002.
- [16] Burke DM. Representation and aging [M]. In Craik, F.I.M. & Bialystok, E. (Eds.) Lifespan Cognition: Mechanisms of Change. Oxford University Press. 2006.
- [17] Jordan LC, Hillis AE. Disorders of speech and language: aphasia, apraxia and dysarthria [J]. Curr Opin Neurol, 2006, 19(6):580—585.
- [18] Lányi CS, Bacsá E, Mátrai R, et al. Interactive rehabilitation software for treating patients with aphasia [M]. Proc. 5th Intl Conf. Disability, Virtual Reality & Assoc. Tech. Oxford, UK. 2004, 233—238.
- [19] Hillis AE. Aphasia: progress in the last quarter of a century [J]. Neurology, 2007, 69(2):200—213.
- [20] 江钟立, 于美霞, 单春雷, 等. 三种汉语失语症检查方法的临床相关性研究[J]. 中国康复医学杂志, 2004, 19(9):661—663.
- [21] Nelson DL, McEvoy CL, Schreiber TA. The University of South Florida free association, rhyme, and word fragment norms [J]. Behav Res Methods Instrum Comput. 2004, 36(3): 402—407. <http://w3.usf.edu/FreeAssociation/AppendixA/>
- [22] Naveh-Benjamin M, Brav TK, Levy O. The associative memory deficit of older adults: the role of strategy utilization [J]. Psychol Aging, 2007, 22(1):202—208.
- [23] Cancho R, Solé RV. The small world of human language [J]. Proc R Soc Lond B, 2001, 268(7): 2261—2265.
- [24] Steyvers M, Tenenbaum JB. The large-scale structure of semantic networks: statistical analyses and a model of semantic growth [J]. Cogn Sci, 2005, 29(1): 41—78.
- [25] Motter AE, de Moura AP, Lai YC, et al. Topology of the conceptual network of language [J]. Phys Rev E Stat Nonlin Soft Matter Phys, 2002, 65(6 Pt 2): 065102.
- [26] 江钟立, 林枫, 孟殿怀. 复杂适应性系统理论在言语认知康复中的应用前景[J]. 中国康复医学杂志, 2006, 21(2):183—185.

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 and 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。