

反应时测试的应用

张雁 恽晓平

[关键词] 反应时间;临床检验;综述

中图分类号:R741.04 文献标识码:A 文章编号:1006-9771(2005)01-0034-04

[本文著录格式] 张雁,恽晓平.反应时测试的应用[J].中国康复理论与实践,2005,11(1):34-37.

1 定义

反应时间(reaction time, RT)简称反应时,是指从接受刺激到机体做出反应动作所需的时间,也就是从刺激到反应之间的时距。刺激引起了感觉器官的活动,经由神经系统传递给大脑,经过加工,再从大脑传递给效应器,作用于外界的某种客体。反应时也叫反应潜伏期,它包括感觉器官所需要的时间,大脑加工消耗的时间,神经传导的时间以及肌肉反应的时间。其中,大脑加工消费的时间最多。反应时受若干因素的影响,可以作为一种很实用的评价人类活动的反应变量^[1-2]。

2 历史

反应时的测试是由天文学家提出的,并由天文学家 Mitchel 于 1858 年创制了第一台测定反应时的仪器。1868 年,荷兰生理学家 Donders 最早测试了选择性反应时。1879 年,在 Wundt 创建的第一个心理学实验室中,反应时已成为对心理活动进行时间测定的主要途径^[3]。

3 反应时的种类

3.1 根据测试方法分类

3.1.1 简单反应时 给被试一个刺激,当他接受到信号时,立即按电键,计时器测量从刺激到呈现反应的时距,即单一刺激,单一反应。

3.1.2 选择性反应时 给被试不同的刺激,当他接受到信号时,需对不同信号做出不同的反应,计时器测量从刺激到呈现反应的时距,即不同刺激,不同反应。

3.1.3 复杂反应时 被试接受刺激前持续按电键 1,接受刺激后按另一个电键 2,计时器记录从刺激到手离开电键 1 的时间(第一反应时)和手离开电键 1 到接触电键 2 的时间(第二反应时)。此测试将神经反应与肌肉运动时间区分开^[1]。

3.2 根据刺激方式分类

3.2.1 视觉刺激 常用灯光刺激,也可用不同图片和颜色刺激。

3.2.2 声音刺激 音乐、词汇、名字,甚至不同噪音。

3.2.3 触觉刺激。

3.2.4 味觉刺激。

3.2.5 本体感觉刺激。

4 测试仪器

测试仪器包括以下部分:①计时器:可精确到 1% s;②刺激键:可用各种感觉信号惊醒刺激;③反应键:简单反应时使用单一接触电键,复杂反应时应用两组按键,即常开按键和常闭按键,以测试第一和第二反应时。

5 影响反应时的因素

影响反应时的因素很多,所以实验设计中各个方面条件的严格控制非常重要,这是取得有良好可信性和可比性结果的必要条件。

5.1 刺激因素

5.1.1 刺激强度 刺激较弱时,反应时较长;而当刺激增至中等或高强度时,反应时缩短。由实验证实,强度每增加 1 个对数单位,反应时便有一定的缩短,但绝对缩短值越来越少^[1]。在视觉反应时的测试中发现,反应时的动作起始与刺激的亮度对比和颜色对比均有关,但对亮度对比的变化较敏感^[4]。

5.1.2 刺激给予方式 对刺激的开始和终止所做的反应,反应时没有显著的差异。但在视觉刺激情况下,对刺激终止比开始的反应时会短些。这种对刺激强度降低比增加有较快的反应时的情况,只在视觉刺激中发现,声音刺激中并未发现此差别^[1]。对听觉反应时(simple and complicated audio sensor motor reaction)的测试中发现,当某侧大脑半球直接接受刺激且刺激与反应的处理在同一半球时(单侧性听觉刺激),对信号的加工、传递反应会更快、更准确。当此半球为优势半球时,反应时最短^[5]。

5.1.3 选择作业难度对选择性反应时的影响 可供选择的刺激数目越多,反应时越长;难度越大,反应时越长^[1]。如对水平方向姓名的单耳听觉定位的成绩及反应时测定表明,对自己姓名的刺激反应时较短,准确率高^[6]。对高频率词汇反应时较短,因为高频率词汇的认知靠词汇下机制的作用^[7]。

5.1.4 预备时间(PI) 指从预备信号的发出到刺激呈现这一段时距。正常人有维持准备状态的心理定向能力,但试验发现,如 PI 太短,被试没有反应时间;如 PI 太长,被试的准备又可能衰退了。一般 PI 为 2 s 是最恰当的。为防止“抢步”的情况,每次测试时,PI 应是不均衡的^[1]。而 Huston 在 1937 年的试验中设定每组的 PI 相同,当 PI 逐渐延长时,反应时也逐渐延长了,而且逐渐接近无规律 PI 时的反应时。在精神分裂症患者,这种反应时延长更明显^[8]。

5.1.5 干扰刺激 可延长简单反应时和选择性反应时^[3]。当肩胛提肌进行随意等长收缩或斜方肌受到振动刺激干扰的同时测定扫视反应时(saccadic RT, SRTs),反应时会缩短,由此可见颈部伸肌传入的信息可缩短反应时^[9]。

5.2 机体因素

5.2.1 受刺激的感觉器官 视、听、触觉在反应时问题上可归为一类,因为它们的感受器可单独接受刺激;而温、冷、痛、嗅、味觉则可归为另一类,它们的感受器是不能被单独刺激的。对于各种感觉器官的简单反应时测定结果如下:触觉 117~182 ms,听觉 120~182 ms,视觉 150~225 ms,冷觉 150~230 ms,温觉 180~240 ms,嗅觉 210~390 ms,痛觉 400~1000 ms,味觉

作者单位:100068 北京市,北京博爱医院儿童康复科。作者简介:张雁(1971-),女,河北安次县人,主治医师,主要研究方向:残疾儿童的智力康复与评价。

308~1082 ms。当几种感觉刺激叠加时,反应时可缩短^[1]。可见,独立性较强的感觉器官接受感觉刺激的反应时间较短;这可能与此类感觉在神经中枢有相对独立的处理区域有关。

5.2.2 人格类型的影响 在选择性反应时测定中,冲动型的被试比理智型反应时较短,错误率较高。人格测试时,反应时是指标之一^[6]。也有报道,外向性格和有焦虑倾向的被试反应时较快^[10]。

5.2.3 中枢神经系统构成 有试验证明,反应时较快的人比较慢的人枕部皮层(左侧视觉皮层)、左侧感觉运动皮层、补充运动皮层功能区明显增多^[11]。

5.2.4 注意力和运动控制 不协调的皮层活动引起反应时延长的两种机制:注意力的分散和运动控制不良。试验表明,当需对 2 种感觉加以注意并做出反应时,反应时较对 1 种感觉反应时要延长。用不同手指按键较用 1 个手指按键反应时延长^[12]。

5.2.5 年龄 对平均年龄为 70 岁和 29 岁的两组被试进行反应时测试,年龄较大组反应时较慢^[13]。

5.2.6 性别 有研究证明,男性的平均反应时较女性快,而其差异主要来自刺激出现到肌肉开始收缩的时间差别^[14]。

5.2.7 疲劳程度 心理疲劳对反应时的影响较大,而单纯肌肉疲劳对反应时影响较小^[10]。据报道,通过电刺激穴位或服用咖啡因可减轻疲劳,提高反应时成绩^[1+15]。

5.2.8 智力水平 反应时与被试智力情况密切相关,严重智力缺陷时,反应时变慢^[16+17]。

5.2.9 身体素质 运动员的反应时较普通人快^[7,19]。

5.2.10 大脑供氧情况 航空航天研究结果提示,急性缺氧暴露于 2800 m 高度 1 h 并未对心理运动产生严重影响,而暴露于 3600 m 以上高度时会对选择性反应时等复杂反应产生负面影响,且随着高度的增加而加重^[20]。缺氧对视觉和听觉反应时有同样的影响。这是由于缺氧使视听觉敏感性降低从而使认知速度变慢。缺氧直接使大脑的思维速度变慢,对刺激的判断时间延长,所以影响反应时结果^[21]。

5.2.11 仪器因素 由于反应时数据需精确到 ms 级,所以对仪器精度要求很高。视听觉反应时测试仪是最常用的反应时测试仪器,国内外不同产品均有差别,如刺激信号的显示方式、应答方式、刷新速度、计时电路的精度、按键的速度、仪器内部和外部对反应时数据的处理方式等,均对测试结果有一定的影响^[10]。反应时测试仪器和方法的统一和标准化对其测试结果的可靠性和可比性至关重要。

近年来,随着计算机技术的发展,测试反应时的电脑软件也不断应用,这使反应时测试的精确性有了很大发展。但计算机也并不是十全十美,有研究证明,计算机键盘时间精度虽基本不受机器主频、转接器和操作者个体差异的影响,但是 PS2 键盘的大部分时间精度很不理想^[22]。

6 产生机理

反应时包括 3 个时相。第一时相:刺激使感受器引起神经冲动并传递到大脑神经元的的时间;第二时相:神经冲动从感觉神经元传递到大脑皮层的感觉中枢和运动中枢,又从中枢经运动神经传递到达效应器官的时间;第三时相:效应器官接受冲动引起运动的时间。以上 3 个时间的总合即为反应时间^[10]。

Salthouse 于 1985 年提出了“加工速度理论”,认为信息加工速度是许多认知操作得以实现的一个重要因素,在众多的认知任务中都起着非常重要的作用,因此是认知能力差异的主要来

源^[23]。一般认为,信息加工速度体现在 3 个层面上:感觉运动速度、知觉速度、认知速度^[24]。第 1 层次最为基础,反应了对刺激迅速作出简单反应的能力;第 2 层次则反映了对刺激迅速作出简单的知觉判断等的反应能力;第 3 层次涉及到高级认知活动。事实上,在实际的操作中,很多任务或认知作业很难确切屈定在哪个层面上,因此,通常采用基本认知任务来测量加工速度,如简单反应时、选择性反应时等。有研究证明,随着认知任务难度的增加,反应时也会逐渐延长^[25]。这说明反应时记录了整个认知与心理过程,它也是目前少数能将抽象的心理过程客观化的测试手段之一。

反应时与神经系统的活动关系密切,如视觉反应时受刺激对比度、间隔频率和亮度的影响。说明反应时的感觉神经元组受前皮层神经元性能的限制^[26]。在扫视反应时测试中,当最初固定目标在刺激目标出现前 200 ms 消失时,反应时最短;当最初固定目标在刺激目标出现前有颜色的变化时,反应时居中;当最初固定目标在刺激目标出现前不消失,反应时最长。在前 2 种情况,事件相关诱发电位(ERP)可记录到负性皮层电位,说明刺激信号的中断有可能依靠皮层下机制对扫视反应时起附加影响^[27]。

在动物试验中发现,扫视反应时受原有的扫视和视觉运动的影响,即使这种因素对于即将给予的扫视目标的位置在空间上是不可预测的。对猴子予以 2 个连续的运动目标的刺激,记录其对第 2 个刺激的反应时,结果显示,当 2 个连续刺激间隔最短和最长时,扫视反应时均会延长;当 2 个连续刺激的方向和偏离度差距越大时,扫视反应时越短。这种现象称为“在同一神经结构中的视觉空间和动眼活动的重叠现象”^[28]。

所以,反应时的形成与神经传导速度密切相关,不同的测试方式可测试不同神经活动的传导时间,这决定了反应时可以反应简单的感觉-运动过程的特征,也可以反应复杂的认识过程、心理过程的特征。

7 反应时的应用

目前,反应时测定广泛应用于医学、药学、卫生学、心理学等基础研究和实际工作中。

7.1 注意力的评价 在实验心理学研究中,反应时常被用于注意力的评价。因为反应时与准备阶段的心理定向力密切相关,在很大程度上反映了被试注意力的水平^[8]。

在对注意缺陷多动障碍(ADHD)患儿注意力维持特点的研究中经常使用反应时测试,如通过反应时测试发现,ADHD 患儿的反应时较正常儿童延长、错误率高,说明 ADHD 患儿注意力集中能力较差。但在有分心刺激条件下,ADHD 患儿反应时错误率可减低,说明额外的刺激能够提升 ADHD 患儿的唤醒水平,提高注意能量的分配,他们的认知功能就可达到和接近正常儿童的水平^[29]。

但随着事件相关电位的应用,及其在灵敏性与客观性方面的优势,反应时在这一领域的应用有减少的趋势。但与事件相关电位相比,反应时测试有简便易行,可提供更多信息的特点。

7.2 智力水平的评价 因反应时所代表的信息加工速度是智力因素的重要组成部分,所以反应时成绩与智力水平密切相关,相关的研究有很多^[23+24]。

有研究证明,智力落后的儿童较智力正常儿童的反应时成绩差^[16+17],说明反应时可作为评价智力水平的指标之一。

在正常儿童中同样存在着反应时的差距,有报道,7 岁超常儿童与常态儿童相比反应时更短,正确率更高,且任务难度越

高,这种差异越明显^[25]。

在对单纯性肥胖儿童智力水平的评价中,反应时也是一项重要指标,肥胖儿童的反应时长于正常儿童,这与智商和学习成绩的比较结果相一致,提示肥胖儿童的智力水平较正常儿童低^[30]。有研究认为,肥胖儿童反应速度慢是因为其体脂较多,胸壁顺应性下降,有效吸氧量不足,至使脑供氧量不足而缺氧,神经突触功能降低,传导速度减慢,因而效应器反应迟钝。而反应速度慢直接影响其接受信息的能力,限制了智力的充分发展^[31]。

7.3 心理学评价 反应时测试也常用于心理学领域,在反应时的影响因素中已述,人格因素对反应时有一定影响^[6,10],由此也可看出不同人格类型的神经生理特征也有所不同,而反应时测试是联系心理学概念与生理学概念的桥梁之一。

7.4 工作能力的评价 反应时可测量视觉敏锐度的阈值,故有报道以其作为评价夜间开车的视觉注视标志物能力的指标^[32]。在对火车司机的测试中发现,肇事司机较安全司机的脚反应时慢,深度知觉差^[33]。

因反应时成绩受大脑缺氧程度的影响,故在飞行员飞行训练中经常使用,如测试在吸入低氧混合气状态或处于下体负压仓内造成缺氧,反应时均会延迟^[20-21],这对研究处于高空低氧状况和重力加速度压力下的飞行员的脑功能情况非常重要^[34]。而复杂反应时测试也是评价飞行员实际飞行能力、飞行中空中打靶能力和快速反应能力的较好指标,是飞行员心理选拔的技术指标之一^[35]。

总之反应时常应用于司机、飞行员等特殊工种人员的工作能力评价中。

7.5 运动能力的评价 反应时不仅反映感觉速度,还可以反映运动速度,复杂反应时测试可将二者分开记录,所以反应时不仅可评价神经运动速度,还可以评价肌肉运动速度,在运动员运动能力的评价,包括运动员的选拔上运用极广。试验表明,反应时和空手道运动员预期成绩正相关;在选择性反应时上,运动员和志愿者有显著性差异,图象刺激较静止的圆圈或点结果差异更明显,简单反应时没有显著差别^[19]。在眼-手和眼-足视觉反应时(visual RTs)测试中发现,橄榄球运动员的反应时较普通人明显要快^[20]。在肩关节潜伏肌肉反应时(latent muscle RT,LMRTs)的测试中:双上肢处于外展、外旋、屈肘位时,在前臂放干扰装置,当有对内部肌肉的突发旋转干扰时,测潜在的肌肉反应时,从而判断肩关节的本体感觉功能。常做过顶投掷动作的运动员较普通人岗下肌 LMRTs 慢,岗上肌和三角肌后群活动持续时间减低,说明运动员回旋肌肉群对突发旋转干扰的反应控制能力较好,但盂肱关节的病理情况也较多^[36]。

7.6 生理学研究 反应时在生理学研究中非常广泛。如在图案视觉诱发电位(pattern visual evoked potentials,PVEP)和简单运动反应时(simple motor RT,SMRTs)的检测中发现:对于对比度和间隔频率较低的刺激,反应时较快;对于高对比度和高频率的刺激,PVEP的振幅较高和达峰值时间较短。这说明反应时作为生理学测试手段和其他电生理学测试一样,为揭示视网膜皮层的活动规律提供了重要依据与补充^[37]。

在听觉理解反应时的测试中,在有声和无声快速变换的过程中,右耳的语言理解反应时明显快于左耳,说明左半球在对快速变换的声觉信号的处理过程中有明显优势^[38]。

在对口吃患者和正常人的发音反应时(vocal RTs)测试中,右侧视野识别字词发音反应时明显较左侧视野快,而被识别字

词的使用频率对反应时无影响,口吃者与正常人无区别。此结果说明左半球支配中枢系统词汇处理过程^[39]。

在对侧方闪光刺激的非手动简单反应时测试中,对侧反应较同侧反应慢,两者之差叫交叉-非交叉区别(crossed-uncrossed difference,CUD)。测试结果表明,CUD在同一被试的几组测试中的变异与不同被试在同一测试中的变异性相似;每个被试进行测试次数达 2400 次时,CUD 变异性明显下降;测试次数达 2400~12000 次时,CUD 基本相似(差别在 2 ms 左右)。有假设认为,CUD 为感觉信号在胼胝体传递的时间^[40]。然而,在对 1 例完全连合部切开术后患者单侧听觉和视觉的简单反应时测试中发现,其听觉 CUD 不明显,而视觉 CUD 明显,故提出 CUD 不是刺激信号在半球间传递的时间^[41]。

7.7 病理学的研究 现阶段反应时测试还不能作为疾病的诊断依据,但其可反映出一些疾病的病理生理过程。

有报道显示,正常人自我诱发反应时较外部刺激反应时快,帕金森患者则相反,说明外部生成的或刻板的活动与需自我产生的或非常规的运动活动是两套不同的神经通路^[42]。

服用 idazoxan 后,上呼吸道疾病患者的反应时较服药前提高,而正常人服药后却无此变化。说明上呼吸道疾病患者中枢去甲肾上腺素反射性降低,引起警觉性降低,减慢精神运动反应,而 idazoxan 可逆转这种情况^[43]。

对阿尔茨海默患者(Alzheimer's disease,AD)的研究发现,AD 患者的正确反应时和错误反应时延长,说明患者早期首先出现非老年性反应减慢或迟缓,表明患者思维速度和对刺激作出反应的能力衰退;AD 组反应时正确率下降说明患者已开始出现认知功能的障碍;正确反应时的延长可作为鉴别及辅助诊断 AD 的方法之一^[44]。

目前,在经常和有毒因素接触的工人中,因高剂量接触所致典型的、有明显临床症状与体征的急性化学性中毒的发病率已大大降低,而低水平、长期接触所致的慢性潜隐性危害即“亚临床中毒”的问题日益突出,反应时测试以其简单易行、灵敏度高、可靠性好成为衡量低水平接触有害因素致神经系统早期损伤的亚临床健康监护指标。简单视觉反应时测定是世界上最早用于评价职业人群神经行为的测验之一,它已被 WHO 收入神经行为核心组合(Neurobehavioral Core Test Battery,NCTB),得到广泛应用^[45]。国内外已有测试有机磷农药作业工人^[45]、锰作业工人^[46]、铝作业工人^[47]、铅作业工人^[48]等特殊行业人员的报道,以上人员虽无神经系统症状,但较对照组均有反应时延迟等神经行为异常的情况,提示其健康状况值得重视。

7.8 疗效评价 由于反应时测试的敏感性较强,可作为治疗后智力、注意力、运动能力水平变化的指标,来评价治疗效果。

用反应时评价爱滋病患者的治疗效果已有报道,治疗后患者反应时明显缩短。所以,对于有认识障碍的患者的治疗效果评价,反应时的作用将进一步被研究^[49]。

缺铁可造成儿童注意力低下,条件反射活动能力下降,倦怠、虚弱等症状。使用铁剂治疗后,患儿的视听反应时均有显著性提高,故反应时可作为贫血治疗在高级脑功能水平疗效评价的指标^[50]。

利用踝关节内翻模拟装置及肌电仪测试正常踝与损伤踝的腓骨肌反应时的差异,可以判断其损伤和康复的程度,对踝关节稳定性的变化进行客观的评价,为踝关节扭伤的治疗及恢复期的客观评定提供了一种无创、简便、准确的检测手段^[51]。

8 现状和展望

随着科学技术的进步,反应时测试工具也日益精确化、复杂化,反应时测试的应用也日渐广泛,选择性反应时因可使心理过程量化而备受重视。在未开展事件相关电位检查之前,反应时主要用于注意力等方面的检查;现阶段,反应时主要应用在心理生理的基础研究中,并越来越多地应用于病理生理的研究及疗效评价中。对于反应时应用的展望有以下几方面:①反应时不仅能评价认知水平,还可评价运动水平,测试方式不同意义也不同,在残疾患者的评价中可扩大使用范围;②对智力残疾患者注意力及认知活动的训练中反应时的应用还很少,有待进一步研究;③利用反应时分析中枢神经系统和周围神经系统的病理生理活动有待进一步开发,特别是对神经系统损伤的早期诊断方面值得进一步研究。

[参考文献]

[1] 郝保源,张厚粲.实验神经心理学[M].北京:北京大学出版社,1983.181-221.

[2] 叶广俊.现代儿童少年卫生学[M].北京:人民卫生出版社,1999.625-628.

[3] 武德沃斯,施洛斯基格,曹日昌[请补足三位作者]等译.实验心理学[M].北京:科学出版社,1965.65-803.

[4] Burr DC, Corsale B. Dependency of reaction times to motion onset on luminance and chromatic contrast[J]. Vision Res, 2001, 41(8):1039-1048.

[5] Gutnik BJ, Mackie HW, Guo W, et al. Lateral difference in reaction times to lateralized auditory stimuli[J]. Indian J Physiol Pharmacol, 2001, 45(1):63-70.

[6] Muller BS, Bovet P. Performance and reaction times in monaural localization of first names in the horizontal plane[J]. Brain Lang, 2002, 82(1):1-9.

[7] Westbury C, Buchanan L. The probability of the least likely non-length-controlled bigram affects lexical decision reaction times[J]. Brain Lang, 2002, 81(1-3):66-78.

[8] 陈仲庚.实验临床心理学[M].北京:北京大学出版社,1992.239-248.

[9] Fujiwara K, Kunita K, Toyama H, et al. Saccadic reaction times during isometric voluntary contraction of the shoulder girdle elevators and vibration stimulation to the trapezius[J]. Eur J Appl Physiol, 2001, 85(6):527-532.

[10] 陈容,汤天钧.反应时测定及其影响因素[J].中国学校卫生,2002,23(3):277-278.

[11] Oguz KK, Browner NM, Calhoun VD, et al. Correlation of functional MR imaging activation data with simple reaction times[J]. Radiology, 2003, 226(1):188-194.

[12] Herath P, Young J, Roland P. Two mechanisms of protracted reaction times mediated by dissociable cortical networks[J]. Eur J Neurosci, 2002, 16(3):529-539.

[13] Porciatti V, Fiorentini A, Morrone MC, et al. The effects of ageing on reaction times to motion onset[J]. Vision Res, 1999, 39(12):2157-2164.

[14] Thompson JW. Components of reaction time in age and sex[J]. Genetic Psychol, 1966, 108:175-183.

[15] 孙云峰,黄蓓恩,苗丹民,等.暗示或/和咖啡因对30h睡眠剥夺下简单反应时和知觉加工的影响[J].第四军医大学学报,2003,24(10):951-952.

[16] 孔健,王玉平,王华敬,等.刺激穴位对“对错”判断正确率和反应时影响的观察[J].心理与环境,1998,1(3):174-175.

[17] Version PA, Kantor L. Reaction time correlations with intelligence test scores obtained under either timed or untimed conditions[J]. Intelligence, 1986, 10:315-330.

[18] 郭可教.学生智力与反应时的关系的教育神经心理学研究[J].心理科学,1995,18(3):149.

[19] Montes Mico R, Bueno I, Candel J, et al. Eye-hand and eye-foot visual reaction times of young soccer players[J]. Optometry, 2000, 71(12):775-780.

[20] 李学义,吴兴裕,付川,等.急性轻、中度缺氧暴露对心理运动及反应时的影响.航天医学与医学工程,2000,13(4):235-239.

[21] 程宏伟,马瑞山,王兴邦,等.急性缺氧对经不同感觉通道引发的脑事件相关电位和反应时的影响[J].中华航空航天医学杂志,1998,9(3):141-144.

[22] 刘祖祥,朱滢.键盘时间精度的一个图示法研究[J].心理学报,2001,33(6):500-508.

[23] Birren JE, Schaie KW. Handbook Of The Psychology Of Aging[M].

2nd ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1985.427-462.

[24] Salthouse TA. The processing-speed theory of adult age differences in cognition[J]. Psychol Rev, 1996, 103:403-428.

[25] 邹枝玲,施建农,恽梅,等.7岁超常和常态儿童的信息加工速度[J].心理学报,2003,35(4):527-534.

[26] Plainis S, Murray IJ. Neurophysiological interpretation of human visual reaction times: effect of contrast, spatial frequency and luminance[J]. Neuropsychologia, 2000, 38(12):1555-1564.

[27] Spantekow A, Krappmann P, Everling S, et al. Event-related potentials and saccadic reaction times: effects of fixation point offset or change[J]. Exp Brain Res, 1999, 127(3):291-297.

[28] Dorris MC, Taylor TL, Klein RM, et al. Influence of previous visual stimulus or saccade on saccadic reaction times in monkey[J]. J Neurophysiol, 1999, 81(5):2429-2436.

[29] 徐岩,周晓林,王玉凤.分心刺激对注意缺陷多动障碍患儿注意维持的影响[J].中华儿科杂志,2004,42(1):44-47.

[30] 夏庆华,汪玲,王文英,等.单纯性肥胖儿童智能状况的配对研究[J].上海预防医学杂志,1998,10(5):210-212.

[31] 张亨菊,李耀.儿童肥胖对健康的危害[J].中华预防医学杂志,1996,30(2):77.

[32] Plainis S, Murray IJ. Reaction times as an index of visual conspicuity when driving at night[J]. Ophthalmic Physiol Opt, 2002, 22(5):409-415.

[33] 孔庆章,张铁英,丁宝坤,等.铁路机车司机心理测量分析[J].中国心理卫生杂志,1995,9(5):26-27.

[34] 陈勇胜,王致洁,焦志刚,等.下体负压晕厥前症状下事件相关单位变化特征[J].中华航空航天医学杂志,1998,9(4):220-222.

[35] 刘旭峰,苗丹民,胡文东,等.复杂选择反应时测验在飞行员飞行能力评定上的效度分析[J].中华航空航天医学杂志,1999,10(3):163-166.

[36] Brindle TJ, Nyland J, Shapiro R, et al. Shoulder proprioception: latent muscle reaction times[J]. Med Sci Sports Exerc, 1999, 31(10):1394-1398.

[37] McKerral M, Lepore F, Lachapelle P. Response characteristics of the normal retinocortical pathways as determined with simultaneous recordings of pattern visual evoked potentials and simple motor reaction times[J]. Vision Res, 2001, 41(8):1085-1090.

[38] Laguitton V, De Graaf JB, Chauvel P, et al. Identification reaction times of voiced/voiceless continua: a right-ear advantage for VOT values near the phonetic boundary[J]. Brain Lang, 2000, 75(2):153-162.

[39] Rami MK, Shine RE, Rastatter MP. Stutterers' vocal reaction times to unilaterally presented high and low frequency verbs[J]. Percept Mot Skills, 2000, 91(1):123-130.

[40] Iacuboni M, Zaidel E. Crossed and uncrossed difference in simple reaction times to lateralized flashes: between- and within-subjects variability[J]. Neuropsychologia, 2000, 38(5):535-541.

[41] Iacuboni M, Zaidel E. The crossed and uncrossed difference in simple reaction times to lateralized auditory stimuli is not a measure of interhemispheric transmission time: evidence from the split brain[J]. Exp Brain Res, 1999, 128(3):421-424.

[42] Siegert RJ, Harper DN, Cameron FB, et al. Self-initiated versus externally cued reaction times in Parkinson's disease[J]. J Clin Exp Neuropsychol, 2002, 24(2):146-153.

[43] Smith A, Sturgess W, Rich N, et al. The effects of idazoxan on reaction times, eye movements and the mood of healthy volunteers and patients with upper respiratory tract illnesses[J]. J Psychopharmacol, 1999, 13(2):148-151.

[44] 何华,周东丰,陈进.阿尔茨海默病人与正常人的反应时比较[J].中国心理卫生杂志,2001,15(1):35.

[45] 阎永建,邹先清,孟新生,等.敌敌畏作业工人的视反应时测定分析[J].劳动医学,1999,16(3):82-83.

[46] Roels HA, Ortega MI, Ceulemans E, et al. Prospective study on the reversibility of neurobehavioral effects in workers exposed to manganese dioxide[J]. Neurotoxicology, 1999, 20(2-3):255-271.

[47] 郭贵文,马惠荣,王新世,等.职业性铅接触对作业工人心理及行为功能的影响[J].中华预防医学杂志,1998,32(5):292-293.

[48] 杨红光,梁友信,唐海旺,等.铅接触对神经行为功能影响的研究[J].中华预防医学杂志,1994,28(1):9-12.

[49] Martin EM, Pitrak DL, Novak RM, et al. Reaction times are faster in HIV-seropositive patients on antiretroviral therapy: A preliminary report[J]. J Clin Exp Neuropsychol, 1999, 21(5):730-735.

[50] 曾庆超.不同剂型铁剂对缺铁性贫血患儿疗效及视听反应时的影响[J].中国儿童健康护理杂志,1999,7(3):180.

[51] 冯保欣,李国平,袁新华.踝关节腓骨肌反应时的测定方法[J].中国运动医学杂志,2000,19(1):63-64.