

工作能力指数量表的评价研究

张 磊, 王治明, 王绵珍, 兰亚佳, 曾繁华

(华西医科大学, 四川 成都 610041)

摘要: 目的 评价工作能力指数 (work ability index, WAI) 量表的内在结构及其条目合理性。方法 采用“工作能力指数”量表, 对不同行业 6 429 名在职职工进行工作能力测试, 剔除不合格或项目不全者, 最终纳入统计分析的对象为 4 354 名。同时, 按系统抽样原则从工作能力测试对象中抽取 10% 进行功能能力 (包括脑力能力、肌肉骨骼功能) 测定, 剔除测试项目不全者, 有 530 名纳入统计分析对象。采用因子分析、相关分析和列联表 χ^2 检验等方法进行 WAI 量表评价。结果 WAI 量表 7 个条目 ($W_1 \sim W_7$) 分别由 4 个公因子支配 (条目 W_1 、 W_2 由公因子 F_1 支配, 条目 W_3 、 W_4 由公因子 F_3 支配, 条目 W_5 由公因子 F_4 支配, 条目 W_6 、 W_7 由公因子 F_2 支配), 累计贡献率为 79.80%, 条目 $W_1 \sim W_7$ 的公因子方差均高于 0.60。除少数测试指标外, 脑体功能能力主、客观指标间均具有相关关系 ($P < 0.05$), 体力功能分级、脑力功能分级与工作能力分级的一致率分别为 60.19% 和 61.89%, 分级之间相关关系具有统计学意义 ($P < 0.01$)。结论 工作能力是多种因素的综合体现, WAI 量表的部分条目应作修订。

关键词: 工作能力指数; 工作能力; 功能能力; 结构效度

中图分类号: R13 文献标识码: A 文章编号: 1002-221X(2003)01-0001-05

Evaluation for work ability index scale

ZHANG Lei, WANG Zhi-ming, WANG Mian-zhen, LAN Ya-jia, ZENG Fan-hua

(West China University of Medical Sciences, Chengdu 610041, China)

Abstract: **Objective** To evaluate the item rationality and construct validity of the work ability index (WAI) scale. **Method** Totally, 6 429 current workers were tested with WAI scale for their work ability, and 4 354 scaled workers were analyzed, excluding those with noneligible response or missing data. Ten percent of the subjects were selected with systematic sampling for determining their function ability, including mental functional ability and musculoskeletal functional ability, and data from 530 subjects were analyzed with factor analysis, correlation analysis and contingency table chi-square test to evaluate the item rationality and construct validity of WAI scale. **Result** Seven items of WAI scale could be explained by four common factors, respectively, i. e., common factor F_1 versus W_1 and W_2 , common factor F_2 versus W_6 and W_7 , common factor F_3 versus W_3 and W_4 , and common factor F_4 versus W_5 , with a cumulative variance of eigenvalue 79.8% and communalities of variables W_1 to W_7 over 0.60. There were correlation between subjective and objective indice for mental and physical functions ($P < 0.05$), except for a few indices, and consistency of physical and mental function classification and work ability grade was 60.19% and 61.89%, respectively, with a P -value less than 0.01. **Conclusion** A lot of factors contribute to work ability, and several items in WAI scale should be revised.

Key words: Work ability index; Work ability; Function ability; Construct validity

工作能力 (work ability) 是劳动者在工作过程中解决和应付劳动任务的一种总体表现。劳动任务对劳动者的需求是多方面的, 包括体力需求、脑力需求和社会需求。要圆满应付这些需求, 劳动者必须具备相应的体力能力、脑力能力和社会能力。工作能力还与劳动者的职业经验、心理状态、工作动机等方面有密切关系。因此, 工作能力评价是一个很复杂的问题。80 年代芬兰职业卫生研究所提出了一个评价工作能

力的综合方法, 即工作能力指数 (work ability index, WAI) 法^[1]。该方法以 WAI 作为评价工作能力依据, 指数的构成考虑了劳动者体力和脑力能力、心理状态、疾病状态、工作需求等方面, 测量方法简便易行, 为研究职工工作能力提供了较为有效的工具。此次研究拟评价 WAI 量表的内在结构及其条目合理性, 为 WAI 量表的修订及有效应用提供科学依据。

1 资料和方法

1.1 对象

工作能力测试人员共 6 429 名, 剔除不符合要求或项目不全者, 最终纳入统计分析的对象为 4 354

收稿日期: 2002-07-22; 修回日期: 2002-10-20

作者简介: 张磊, (1973-), 男, 天津人, 博士研究生。

名,测定对象来自不同行业,如教育、化工、煤矿、石棉、粮油、印染、公安等,同时采用系统抽样方法从工作能力测试对象中抽取 10%进行功能能力(包

括脑力能力、肌肉骨骼功能)测定,剔除测试项目不全者,最终纳入统计分析的对象共 530 名。见表 1。

表 1 工作能力与功能能力测试对象基本情况 ($\bar{x}\pm s$)

劳动类型	工作能力测试对象						功能能力测试对象					
	男		女		合计		男		女		合计	
	例数	年龄	例数	年龄	例数	年龄	例数	年龄	例数	年龄	例数	年龄
体力劳动	1 062	35.31±15.96	434	30.72±14.52	1 496	33.98±15.69	134	44.69±4.90	65	42.40±3.19	199	43.94±4.54
脑力劳动	636	35.96±20.31	389	36.41±17.50	1 025	36.13±19.29	141	50.44±6.68	74	45.43±4.39	215	48.72±6.44
脑体混合劳动	1 157	31.73±13.74	676	29.78±12.17	1 833	31.01±13.21	77	45.45±5.95	39	43.53±3.23	116	44.82±5.28
合 计	2 855	34.01±16.32	1 499	31.79±14.66	4 354	33.25±15.81	352	47.16±6.47	178	43.91±3.97	530	46.07±5.95

1.2 方法

1.2.1 工作能力测量 采用工作能力指数^[2]评价不同职业在职职工的工作能力。WAI 的测定通过填写统一的“工作能力指数量表”完成,该测量问卷涉及到被测者的生理、心理和疾病等信息,共包括 7 个项目(见表 2),所有项目的累计得分即为工作能力指数。工作能力指数的理论最低分是 7 分,最高分是 49 分,得分越高表示工作能力越好。根据工作能力指数对研究对象的工作能力进行分级:工作能力指数得分 7~27 分者为工作能力差,28~36 分者为中等,37~43 分者为好,44~49 分者为极好^[3];也可分 3 级(7~27 分,28~43 分,44~49 分),即差、中、好。

1.2.2 功能能力测试

1.2.2.1 肌肉骨骼功能测量 (1) 指标:采用 4 个单项指标即背肌耐力(static endurance test of back muscle)、手部握力(hand-grip strength)、躯干柔韧性(trunk flexibility)和腹肌力,将 4 个单项指标综合为肌肉骨骼功能指数(musculoskeletal function index, MSFI)反映肌肉骨骼功能。(2) 测量方法:采用身体

表 2 工作能力测量问卷的内容

项 目	评分范围	意 义
W ₁ 目前工作能力与一生中最佳工作能力相比	0~10	0=很差, 10=很好
W ₂ 与体力和脑力有关的工作能力	2~10	2=很差, 10=很好
W ₃ 现患确诊的疾病数	1~7	1=5 种以上, 7=没病
W ₄ 疾病对工作的影响	1~6	1=不能工作, 6=无影响
W ₅ 过去 12 个月的因病缺勤日	1~5	1=100 天及以上, 3=10~24 天, 5=无缺勤
W ₆ 对未来两年工作能力预测	1, 4, 7	1=不能工作, 4=不敢肯定, 7=肯定
W ₇ 工作和生活的心理状态	1~4	1=很差, 4=很好

悬空法测定背肌耐力;用握力计分别测定左右手的最大握力,然后计算其平均值;躯干柔韧性通过坐位前屈法测定;腹肌力采用仰卧起坐法测定^[4]。(3) MSFI 确定方法:先将握力、背肌耐力、躯干柔韧性和腹肌力 4 个指标的测定值等级化,然后合计等级得分。MSFI 用于反映骨骼肌肉系统的综合功能状况,得分范围是 0~15 分,分值越高表示肌肉骨骼功能越好,等级化方法见表 3。

表 3 肌肉骨骼功能指数(MSFI)

指 标	等级化方法										MSFI 等级 范围
	男性					女性					
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	
握力（kg）	< 33	33 ~	38 ~	44~	≥49	< 21	21 ~	24 ~	29~	≥32	0 ~ 4
躯干柔韧性（cm）	< 13	13 ~	19 ~	29~	≥36	< 17	17 ~	23 ~	32~	≥39	0 ~ 4
腹肌力（次/分）	< 7	7 ~	11 ~	17~	≥21	< 2	2 ~	7 ~	13~	≥18	0 ~ 4
背肌耐力（分）	< 2	2 ~	3 ~	4~		< 2	2 ~	3 ~	4~		0 ~ 3

在分析中还根据 MSFI 得分将研究对象的肌肉骨骼功能状态划分为差、中、好 3 个等级,使用的分界值为 7 和 10^[5]。

1.2.2.2 脑力功能测量 (1) 指标:采用 4 个单项指标即短时记忆能力、数字译码能力、删字错误率和脑力作业能力指数 (AYP 指数),将 4 个指标综合为脑力功能指数 (mental functional index, MFI),以反映职工的脑力能力状况^[6]。(2) 测量方法:听觉短时记忆测定方法选自 Wechsler 成人智力量表的数据跨度试验;数字译码能力测量方法采用 Wechsler 成人智力量表的数字符号试验,测量时间为 2 min^[7];视觉查找能力测量方法采用删字试验法,测试用标准 A4 纸,每行排列 40 个英文字符,测量时间 2 min,根据删字试验的结果计算出删字错误率和脑力作业能力指数 (AYP 指数)^[8]。在分析中还根据 AYP 指数的得分,使用 117 和 208 这两个分界值将研究对象的脑力功能状态划分为差、中、好 3 个等级^[6]。

1.3 统计方法

采用因子分析、相关分析和列联表 χ^2 检验等方法进行量表评价。所有统计分析工作均利用 SPSS 9.0 for WINDOWS 统计软件包完成,检验水准定为 0.05。

2 结果

2.1 WAI 量表结构效度

以量表 7 个条目的得分作为变量建立相关矩阵,采用主成分因子 (principle component factor analysis) 提取法,通过方差最大正交旋转 (varimax orthogonal rotation) 提取公因子 (common factor, F) 分析 WAI 量表结构。

2.1.1 因子模型效果判定 根据 KMO 抽样适度检验 (kaiser-meyer-olkin measure of sampling adequacy) 和 Bartlett's 球形检验 (bartlett's test of sphericity) 判断因子模型效果。由表 4 可知:KMO=0.791,量表 7 个条目间的偏相关性较小;Bartlett's 球形检验近似 $\chi^2=7\ 697.648$ ($P<0.001$),表明 7 个条目的相关矩阵不是单位阵。此数据资料适宜进行因子分析^[9]。

2.1.2 公因子数目的选择 由表 4 可知,方差最大正交旋转后相关系数矩阵的前 3 或前 4 特征根 (λ) ($\lambda_1=1.710$, $\lambda_2=1.425$, $\lambda_3=1.302$, $\lambda_4=1.152$) 的累计贡献率分别为 63.4% 和 79.8%,变量 $W_1 \sim W_7$ 的公因子方差均在 0.60 以上,表明采用 3~4 个公因子可以较好地解释各变量。

进行方差最大正交旋转后, WAI 量表的因子结构

比较明确。旋转空间因子图显示:变量 $W_1 \sim W_7$ 在旋转空间中组成了 3~5 个不同的相互分离的组群,提示变量 $W_1 \sim W_7$ 可能分别由 3~5 个不同的因子支配。因子负荷分布亦表明, F_1 在变量 W_1 、 W_2 上具有较大负荷,主要反映自评的工作能力得分; F_2 在变量 W_6 、 W_7 上具有较大负荷,主要反映工作能力预测和心理状态; F_3 在变量 W_3 上具有较大负荷,主要反映现患疾病; F_4 在变量 W_5 上具有较大负荷,主要反映缺勤情况。 $F_1 \sim F_4$ 在变量 W_4 的负荷较接近,但在 F_3 上的因子负荷相对较大,故可以用 F_3 反映现患疾病对工作的影响。

综上所述,从主成分法观点^[9,10]和专业角度看,提取 4 个公因子较为适宜。

表 4 方差最大正交旋转后不同公因子的贡献率

变量	因子负荷系数				公因子方差
	F_1	F_2	F_3	F_4	
W_1	0.897	0.125	0.105	0.128	0.848
W_2	0.842	0.275	0.157	0.055	0.812
W_3	0.100	0.063	0.947	0.083	0.918
W_4	0.302	0.333	0.568	0.376	0.666
W_5	0.094	0.092	0.151	0.937	0.918
W_6	0.250	0.659	0.117	0.324	0.615
W_7	0.156	0.881	0.100	-0.035	0.812
特征根	1.710	1.425	1.302	1.152	5.590
贡献率 (%)	0.244	0.204	0.186	0.165	
累计贡献率 (%)	0.244	0.448	0.634	0.798	

2.2 工作能力与功能能力的关系

2.2.1 脑力、体力功能主、客观指标间的相关分析

由表 5 可知,除握力外,肌肉骨骼功能指标与子条目 $W_2 \sim W_7$ 、WAI 之间均存在相关关系,并具有统计学意义 ($P<0.05$)。肌肉骨骼功能与工作能力的关系在男性职工中表现尤为突出,所有指标间的相关系数都具有统计学意义 ($P<0.05$)。女性职工测定指标中仅 WAI 与握力 ($r=0.189$)、MSFI ($r=0.243$) 间的相关系数具有统计学意义。

由表 6 可知,尽管脑力功能测定指标与子条目 $W_2 \sim W_7$ 、WAI 间相关的水平不是太高,但绝大多数都具有显著意义,只有删字错误率的相关系数 (-0.071) 未达到显著水平 ($P>0.05$)。在分性别观察时,除了 WAI 与数字译码、WAI 与删字错误率外,男性职工的各项指标间的相关系数均高于女性。

表 5 体力功能指标与工作能力指标的相关分析

指 标	男		女		合计	
	W ₂₋₁	WAI	W ₂₋₁	WAI	W ₂₋₁	WAI
MSFI	0.247 **	0.304 **	0.138	0.243 **	0.207 **	0.285 **
躯干柔韧性 (cm)	0.134 *	0.241 **	0.101	0.094	0.118 **	0.201 **
背肌耐力 (分)	0.133 *	0.217 **	0.045	0.139	0.102 *	0.191 **
握力 (kg)	0.126 *	0.126 *	0.061	0.189 *	0.079	0.060
腹肌力 (次/分)	0.257 **	0.197 **	0.112	0.119	0.210 **	0.161 **

* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, 下表同。

表 6 脑力功能指标与工作能力指标的相关分析

指 标	男		女		合计	
	W ₂₋₂	WAI	W ₂₋₂	WAI	W ₂₋₂	WAI
MFI	0.304 **	0.193 **	0.268 **	0.135	0.279 **	0.178 **
短时记忆	0.174 **	0.160 **	0.146	0.117	0.165 **	0.146 **
数字译码	0.339 **	0.178 **	0.288 **	0.201 **	0.300 **	0.187 **
删字错误率	-0.142 **	-0.110 *	-0.127	0.022	-0.140 **	-0.071
AYP 指数 ^[6]	0.339 **	0.212 **	0.185 *	0.073	0.278 **	0.173 **

2.2.2 功能能力分级与工作能力分级的相关关系
体力功能分级与工作能力分级的列联表 χ^2 检验结果显示: MSFI 分级与 WAI 分级之间存在相关关系 ($\chi^2 = 26.534$, $P < 0.001$); MSFI 分级差的职工中工作能力差者占 15.25%, MSFI 分级为中等的职工中工作能力差者占 7.12%, 而 MSFI 分级好的职工中未发现工作能力差者。两种分级的一致率达到 60.19%, 有 3 人 (5.08%) 出现分级间极端不一致的现象 (见表 7)。

表 7 体力功能分级与工作能力分级的相关关系

MSFI 分级	WAI			合计
	差	中	好	
差	9(15.25%)	47(79.66%)	3(5.08%)	59
中	25(7.12%)	282(80.34%)	44(12.54%)	351
好	0(0.00%)	92(76.67%)	28(23.33%)	120
合计	34(6.42%)	421(79.43%)	75(14.15%)	530

注: 一致率 = $(9 + 282 + 28) / 530 \times 100\% = 60.19\%$;

$\chi^2 = 26.534$, $P = 0.000$

AYP 分级与工作能力分级的列联表 χ^2 检验结果显示: AYP 分级与 WAI 分级之间存在相关关系 ($\chi^2 = 23.571$, $P < 0.001$); 脑力功能差的职工中工作能力差者占 17.90%, 脑力功能分级为中等的职工中工作能力差者占 5.10%, 而脑力功能好的职工中工作能力差者占 1.20%, 两种分级的一致率达到 61.89%, 仅有 7 人 (9.00%) 出现分级间极端不一致的现象 (见表 8)。

表 8 AYP 分级与工作能力分级的相关关系

AYP 分级	WAI			合计
	差	中	好	
差	14(17.90%)	57(73.10%)	7(9.00%)	78
中	19(5.10%)	299(80.60%)	53(14.30%)	371
好	1(1.2%)	65(80.20%)	15(18.50%)	81
合计	34(6.40%)	421(79.40%)	75(14.20%)	530

注: 一致率 = $(14 + 299 + 15) / 530 \times 100\% = 61.89\%$;

$\chi^2 = 23.571$, $P = 0.000$

3 讨论

此次研究表明, 在 WAI 量表中, 条目 W₁、W₂ 的相关性较高 ($r = 0.653$, $P < 0.001$), 由同一公因子 F₁ 支配, 且二者均属于工作能力主观评价条目, 宜合并为一项。尽管条目 W₁ 因子负荷稍高于 W₂, 但条目 W₂ 相对更为合理, 理由是: (1) 条目 W₂ 是根据不同劳动类型, 将体力与脑力能力分别赋予不同权重系数进行评价; (2) 从整体看, 功能能力 (体力功能与脑力功能) 的客观测量指标与主观评价条目 (W₂ 的子条目 W₂₋₁、W₂₋₂) 间均具有相关关系 ($P < 0.05$), 表明主观评价条目 W₂₋₁、W₂₋₂ 能够较好地反映脑体功能能力。因此, 可采用 W₂ 作为合并后的工作能力主观评价条目。

条目 W₃、W₄ 由同一公因子 F₃ 支配, 反映现患疾病及其对工作的影响。值得注意的是, W₄ 在 F₁ ~ F₄ 上的负荷分布较均匀, 仅在 F₃ 上的因子负荷相对较大, 因此, 条目 W₄ 的意义尚待进一步探讨。条目

W₅ 由公因子 F₄ 支配, 反映因病缺勤情况, 实质也是反映疾病对劳动者工作的影响。与 W₄ 相比, 二者所反映的信息上有一定重叠, 但 W₅ 属于客观评价指标且易于核实, 故相对而言, 条目 W₅ 可能更为可靠和可行。

对于条目 W₆、W₇, 虽然二者由同一公因子 F₂ 支配, 具有某些共性成分, 但从理论上讲, 二者反映的内容并不相同, 不宜合并, 应予以保留。

此外, 研究结果也表明, 脑体功能能力指标与 WAI 之间, 脑体功能指数与工作能力指数交叉分级间均存在相关关系, 但指标间的相关系数都不太高, 可能表明脑体功能能力仅仅是构成工作能力的基本成分, 工作能力是多种因素(包括社会能力, 此点将进一步探讨)的综合体现, 这将与实际情况相吻合。

参考文献:

- [1] Ilmarinen J, Tuomi K. Work ability index for aging workers. Aging and work [M]. Haikko. 1992. 142-147.
- [2] Tuomi K, Ilmarinen J, Eskelinen L et al. Prevalence and incidence

rates of diseases and work ability in different work categories of municipal work occupations [J]. Scand J Work Environ Health, 1991, 17 (Suppl 1): 67-74.

- [3] Tuomi K, Ilmarinen J, Jähkölä A et al. Work ability index [M]. Finnish institute of occupational health, 1994. 5-17.
- [4] Institute for health promotion research. Test manual for the assessment of health-related fitness [M]. Finland. Tampere, 1994. 30-44.
- [5] 王绵珍, 兰亚佳, 王治明, 等. 中老年职工肌肉骨骼功能与工作能力关系 [J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 1996, 14 (4): 213-215.
- [6] 王绵珍, 王治明, 詹显全, 等. 中老年职工脑力功能与工作能力关系 [J]. 职业卫生与病伤, 1997, 12 (1): 4-6.
- [7] Matarazzo J D. Wechsler's measurement and appraisal of adult intelligence (5th edition) [M]. Baltimore: The Williams & Wilkins Company, 1976.
- [8] 叶广俊. 儿童少年卫生学 [M]. 第 3 版. 北京: 人民卫生出版社, 1994. 196-197.
- [9] 卢纹岱. SPSS FOR WINDOWS 统计分析 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2000. 409-429.
- [10] 陈峰. 现代医学统计方法与 Stata 的应用 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2000. 140-152.

· 病例报告 ·

放射线接触性红细胞增多症 1 例报告

Erythrocytosis by radiation exposure——A case report

黄蜀筠, 张 浩

(九江发电厂职工医院, 江西 九江 332001)

患者, 男, 25 岁, 于 1998 年起在医院放射科工作, 平时多为 X 线摄片, 极少透视, X 线摄片为隔室操作。

近 2 年来, 患者经常头昏、乏力、腹泻、易疲劳, 服用中药治疗无显效。于 2001 年 8 月查血细胞计数: RBC $6.97 \times 10^{12}/L$, Hct 0.370 L/L, MCV 53.2 fL, MCH 18.8 pg, MCHC 354 g/L, PLT $347 \times 10^9/L$, PCT 0.377 L/L, MPV 10.9 fL, 白细胞计数、分类正常, 红细胞数明显超过正常值上限。1 个月中复查血细胞计数 3 次, 其中 RBC 分别为 $6.53 \times 10^{12}/L$, $7.5 \times 10^{12}/L$, $6.18 \times 10^{12}/L$ 。9 月初进一步行骨髓穿刺检查, 骨髓象表现为骨髓增生明显活跃: 粒系 0.506, 红系 0.297, 粒:红 = 1.7:1; 粒系增生活跃, 各阶段粒细胞均在正常范围。各期细胞形态无明显异常; 红系增生活跃, 各阶段有核红细胞均可见, 形态基本正常, 成红细胞以小细胞正色素为主。淋巴、单核细胞无异常; 巨核细胞增生旺盛, 全片可见巨核细胞 254 只; 余系未见异常, 未见寄生虫。细胞 Fe: 外 Fe (±), 内 Fe 0.21。结合血液分析, 骨髓象符合继发性红细胞增多症。肾脏等器官的 CT 检查均未见异常。

根据江西省劳动卫生职业病研究所建议, 该患者于 8 月底调离放射岗位, 避免接触放射源。

患者脱离放射环境后于 10 月 30 日和 2002 年 6 月 2 次复查血象: RBC 分别为 $5.1 \times 10^{12}/L$ 和 $5.72 \times 10^{12}/L$, 均已降至正常范围, MCV、MCHC 仍呈小细胞正色素状态。患者头昏、乏力、腹泻等症状也基本缓解, 其间未服任何药物。

患者从事放射工作的环境历来接受例行放射防护监测, 各项指标均合格。患者个人一直接受周期放射测量监测, 数年来其每 2 个月一次吸收剂量检测值在 0.03 ~ 0.18 mSv 之间。1998 ~ 2001 年 4 年个人吸收剂量分别为 0.26 mSv/a, 0.38 mSv/a, 0.22 mSv/a, 0.17 mSv/a, 远低于国家规定的 (0.05 Sv/a) 限度^[1]。大多数人在这种环境中其造血系统不应受到损害, 此例应为个体过于敏感所致。由此可以认为微量的放射辐照不仅不会产生骨髓抑制, 反而有可能引起骨髓机能异常亢进。

从病程及症状分析, 此病例应为慢性小剂量放射接触所致造血系统障碍。但该类造血系统障碍多表现为白细胞减少, 也有增高波动者, 并可发生生育率受损、白内障等^[1], 而引起继发性红细胞增多症十分罕见。此症同真性红细胞增多症一样可引起血栓、出血等疾患。个体过于敏感者应避免从事放射工作。

参考文献

- [1] 顾学箕. 劳动卫生学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 1981. 178-179.