

5 款智能运动手环健康管理的实效性比较

苏水军, 杨管, 庄维友, 余金虹, 吴东明
(华南师范大学 体育科学学院, 广东 广州 510006)

摘 要: 通过统计学意义对实验数据进行对比分析, 探讨智能运动手环在大数据分析中的可靠性。研究发现: 智能运动手环记录步数的准确性排序为下楼梯>上楼梯>快走>正常走>慢走, 智能运动手环记录步数与实际情况比较存在显著差异且误差较大; 智能运动手环无法辨别穿戴者的运动状态, 其工作原理存在一定不足导致出现误差较大; 智能运动手环记录心率数据与实际数据比较存在非常显著差异, 与实际记录情况不符并且出现误差大, 其佩戴位置远离躯干以及心率算法研究不够成熟可能是导致心率监测误差较大的主要原因; 睡眠监测与能量消耗监测算法过于简单, 记录结果仅可作为一种参考值; 通过相关性分析表明, 5 款智能运动手环算法基本呈现出较好的一致性。建议: 在日常生活中不要过于盲目相信智能运动手环数据, 而应充分利用好智能运动手环以了解自身的运动规律, 进而合理安排运动。

关 键 词: 体育经济; 智能运动手环; 健康管理

中图分类号: G80-05 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-7116(2018)03-0067-07

Comparison of the effectiveness of health management by 5 smart sports bands

SU Shui-jun, YANG Guan, ZHUANG Wei-you, YU Jin-hong, WU Dong-ming

(School of Physical Education, South China Normal University, Guangzhou 510006, China)

Abstract: By carrying out a comparative analysis on experiment data statistically, the authors probed into the reliability of smart sports bands in big data analysis, and revealed the following findings: the order of accuracy of the steps recorded by smart sports bands is as follows: going downstairs > going upstairs > fast walking > normal walking > slow working, the steps recorded by a smart sports band is significantly different from the actual steps, and the error is big; a smart sports band cannot identify the wearer's exercise condition, its working principle has certain deficiency, which causes the big error; the heart rate datum recorded by a sports band is very significantly different from the actual datum, inconsistent with the actual recording, and the error is big, its wearing position being far away from the torso and the heart rate algorithm study being not mature enough may be the main causes for the big heart rate monitoring error; the sleep monitoring and energy consumption monitoring algorithms are too simple, sleep recording and energy consumption recording can only be used as a sort of reference values; via correlation analysis it is indicated that the 5 smart sports bands' algorithms are basically consistent and show good consistency. Suggestion: in daily life, people should not overly and blindly believe the accuracy of smart sports band data, but should fully utilize a smart sports band to know one's own exercise patterns, and then arrange exercise rationally.

Key words: sports economics; intelligent sports bracelet; health management

近年智能运动手环曾经一度受到人们的追捧, 然而智能运动手环作为一款时效性科技产品, 现已由快速发展慢慢回归沉寂^[1]。2016 年第 1 季度全球智能可穿戴市场的数据显示, 从整体上看 Fitbit、小米、华为、

咕咚和苹果 5 大公司的发展趋于缓慢, 对于电子智能创新产品而言, 无疑 5 大公司的出货量增长速度偏慢也从侧面反映智能穿戴产品的黏性不高^[2]。更多消费者希望智能穿戴产品能给出科学数据来指导健康生活,

收稿日期: 2017-10-27

基金项目: 华南师范大学研究生科研创新基金资助项目(2016wmxm28)。

作者简介: 苏水军(1990-), 男, 硕士研究生, 研究方向: 田径教学方法与理论。E-mail: 377073468@qq.com 通讯作者: 吴东明副教授

然而智能穿戴产品给出的数据并不够“智能”，从健康管理角度上看，反而给人们造成了一种错误的心理暗示，最终造成过度依赖智能穿戴设备却没有使身体机能得到改善，很大程度削弱了消费者的购买欲望^[3]。通过研究，希望人们对智能穿戴电子产品的了解更深，能充分利用好智能运动手环的优点以及有意识地避开其不足，充分利用好智能运动手环了解自身的运动规律，合理安排运动。

1 研究对象和方法

1.1 实验对象

共招募了 80 位不同类型的男、女性实验对象，男女性各 40 名，分别是电子产品爱好者、普通消费者和运动爱好者，主要是华南师范大学在校本科生和研究生；年龄(24 ± 2.4)岁，最大 27 岁，最小 22 岁，身高(170 ± 9.8) cm，最高 185 cm，最低 160 cm。每位测试者需要同时在左手佩戴 Fibit、小米、华为、咕咚、苹果等 5 款手环，依次进行实验，测试用时 1 周，以排除产生偶然误差，然后剖析其步数、能量消耗、睡眠、心率记录数据的准确性。

1.2 研究方法

1) 实验法。

(1)步数监测：为了保证实验的准确性，80 名实验对象左手同时佩戴 Fibit、小米、华为、咕咚、苹果 5 款手环(选择早上或者下午温度较为合适时间段测试，尽量保持手臂干燥以及身体的舒适度)。在标准田径场以正常行走、快走、慢走 3 种运动状态徒步 100 步(约 75 m)，同时记录 5 款手环在 3 种运动状态下的步数；在 22 级阶梯以上下楼梯 2 种运动状态徒步 22 步(1 个阶梯为 1 步)，同时记录 5 款手环在上下楼梯 2 种运动状态下的步数；实验为时 1 周，最后得出 5 款手环的准确率排序以及总体在 5 种运动状态下的准确率。

(2)能量消耗监测：80 名实验对象左手同时佩戴 5 款智能运动手环分别配速 7.2、3.7 km/h，各自在 Mercury 型专业跑步机进行 1 km 跑，测试者如不表示中断实验，将连续跑完 2 个速度水平测试(在室内测试，调节空调温度，尽量保持手臂干燥以及身体的舒适)。实验过程中采用 MAX II 气体分析代谢仪测量每一级速度下人体的能量消耗。该仪器通过连接面罩的采气管收集受试者运动时吸入和呼出的气体，通过系统进行气体分析，最后得出人体能量消耗值以及记录下 5 款手环消耗能量的值。实验过程中将气体采集时间设置为 30 s 1 次，受试者在整个实验过程中始终佩戴 MAX II 呼吸面罩以及 5 款手环，并告知受试者在进行实验前 24 h 不要做激烈运动，实验为时 1 周。

(3)心率监测：80 名实验对象左手佩戴 5 款智能运动手环以及 Polar 心率带，同时在受试者胸口接近心脏处贴上 SenseON 运动心肺贴，在贴 SenseON 运动心肺贴时用剃须刀处理受试者的毛发以及用酒精清洁皮肤。测试静息心率时，被试者平躺且将佩戴手环的手臂平置胸前，与心脏位置平齐，记下 1 min 的心跳并以 SenseON 运动心肺贴 1 min 测出的心跳为实验对照。测试运动心率时 80 名实验对象围绕操场中等速度(9.36 km/h)跑 1 圈(400 m 标准田径场，选择上午或者下午温度较为舒适的时间段测试)，主要以有氧运动为主，过终点时分别记录下 5 款手环记录心率的值以及 SenseON 运动心肺贴记录下来的值，以 SenseON 运动心肺贴记录下来的值为实验对照组，实验为时 1 周。

(4)睡眠检测：80 名实验对象通过筛选，选取 3 名睡眠质量较好者为实验对象，受试者在实验前将头发洗干净，不要搽任何油脂以免对实验造成影响，同时还要饱餐以防低血糖影响实验结果，实验前 3 d 停用各种药物，不能停药者要说明药名、剂量和用法供医生参考。在实验前，为受试者处理毛发以及清洁皮肤，安放好电极，实验过程中脑电图室要安静舒适，受试者前一天晚上要睡好觉，操作者态度要和蔼可亲，将注意事项给受试者解释清楚，让受试者能充分理解并合作，严格按操指令去做，操作中安放电极板要轻柔、准确，使之密切置于皮肤上，这是做好脑电图的关键。医生将仪器调试好并与受试对象沟通做好实验前准备，测试时长为当天晚上 22:30 到第 2 天 07:00。在测试过程中，受试者同时在其左手佩戴 5 款智能运动手环做好入睡准备，次日将 5 种智能运动手环测出睡眠数据和医院脑电图得出睡眠数据进行对比分析。

3) 数理统计。

利用 Spss21.0 对数据进行整理与分析，以平均数和方差($\bar{x} \pm s$)对运动手环基本功能测试的数据进行描述；采用单样本 t 检验对 5 款手环在不同的运动状态下记录的步数和实际步数作比较；采用配对样本 t 检验对 5 款手环记录睡眠时间和实际睡眠时间作比较；采用单因素方差分析对 5 款手环在不同的运动状态下记录心率进行检验；采用连续变量 pearson 相关分析对 5 款手环在不同的运动状态下记录步数的相关性以及不同运动状态下记录的心率相关性进行分析；采用线性回归分析 5 款手环以及 Polar 心率带记录的数据与 SenseON 运动心肺贴记录的数据变化趋势的一致性，其中最大偏差=(记录值-实际值)/实际值 $\times 100\%$ 。

2 结果与讨论

2.1 智能运动手环运动监测的有效性

1)平地监测。

计步功能是智能运动手环最重要的功能之一, 该功能的准确性很大程度影响消费者对其喜爱程度^[4]。由表1-2可知, 实验中设置每人固定走100步(约75m), 每个实验者佩戴5款手环, 在相同情况下5款手环记录下的步数不相同。经试验, 苹果运动手环较为准确、误差较小, 但是平均偏差也高达11.6%, 其余4款智能运动手环的步数监测都超过10%, “咕咚”运动手环高达23.5%。通过单样本t检验, 5款手环记录步数

与实际步数(实验中设置的100步)比较 $P < 0.05$, 其中咕咚运动手环的 $P < 0.01$, 其相关系数 r 总体偏低, 证明5款手环在平地时任何速度情况下运动记录的准确性得不到肯定。5种手环在正常行走记录下的数据平均偏差高达17.9%, 快走的平均偏差为14.8%, 慢走的平均偏差为22.3%。经检验, 5种手环在平地行走的准确性为: 快走 > 正常行走 > 慢走, 3者的相关系数为0.016, 0.007以及0.005, 数据表明运动手环记录步数的准确性不高且差异有统计学意义。

表1 5款手环不同模式下平地步数的测试结果 ($\bar{x} \pm s$)

手环	正常走	快走	慢走
Fibit	98.28±8.40	103.40±2.94	92.65±8.09
小米	110.28±7.86	103.68±6.06	95.48±7.94
华为	111.60±7.13	102.43±7.38	89.38±9.80
咕咚	117.88±4.88	110.13±6.96	108.03±16.77
苹果	100.93±7.26	98.20±5.09	101.40±4.92
最大偏差/%	20.8	15.7	25.3
平均偏差/%	17.9	14.8	22.3
P	0.007	0.016	0.005

表2 5款手环不同模式下平地步数监测有效性结果 %

手环	最大偏差	平均偏差	$P^{1)}$
Fibit	16	13.9	0.022
小米	22	15.6	0.017
华为	26	17.5	0.014
咕咚	28	23.5	0.008
苹果	15.6	11.6	0.025

1) 5款手环正常走、快走、慢走3种运动状态平地记录的步数与对照组(100步)作比较

实验过程中发现大幅度摆臂、小幅度摆臂、不规则摆臂以及不摆臂前进的计步值与实际值有统计学意义, 测试出的结果相差较大, 证明智能运动手环不能很好地区分不同的运动状态, 因手臂摆动频率与腿部频率不一致造成的误差较大。究其原因, 主要是大部分智能运动手环基本是通过3轴加速传感器来采集佩戴者的运动信号, 再通过软件算法对信号进行处理, 最后将数据呈现给佩戴者参考。其 $a = x + y + z$, a 为总体加速度, x 、 y 、 z 为三维方向加速度大小^[5], 然而人们走路时手臂挥动的幅度大小不规律, 3轴传感器达不到一定的灵敏性, 对于不同的运动状态手臂摆动就会无法监测, 或者工程师在编写算法时对人们不同运动状态下的三维运动把握不够也可能是导致误差较大的原因^[6]。

2)上下楼梯监测。

上下楼梯是人们日常生活中步行的常用方式之一^[7]。由表3和4可知, 智能运动手环上下楼梯记录步数的准确性比在平地高, 小米的 $P = 1 > 0.05$, 其相关性最高,

证明在测上下楼梯时较为准确, 其余4款手环的 P 值均大于0.05, 充分说明智能运动手环在测上下楼梯步数时较为精确, 且下楼梯的准确性高于上楼梯。咕咚手环上下楼梯的平均误差为7.8%, 居于5款手环误差之最, 其余4款平均误差基本持平。总体来看, 5款手环平均偏差率低于10%, 上下楼梯的步数记录功能较好。

表3 5款手环上下楼梯步数的测试结果 ($\bar{x} \pm s$)

手环	上楼梯	下楼梯
Fibit	22.13±0.93	20.93±0.69
小米	23.08±1.16	20.83±1.19
华为	23.73±1.25	20.00±1.20
咕咚	23.60±1.23	19.00±1.67
苹果	22.25±0.97	20.53±1.17
最大偏差/%	10.8	9.9
平均偏差/%	8.0	6.0
$P^{1)}$	0.509	0.618

1) 5种手环上下楼梯记录的数据与对照组(22步)比较

表4 5款手环上下楼梯步数检测有效性结果 %

手环	最大偏差	平均偏差	$P^{1)}$
Fibit	7.1	6.2	0.609
小米	7.5	7.0	1.000
华为	7.1	6.6	0.751
咕咚	7.8	7.6	0.801
苹果	6.6	6.2	0.235

1) 5种手环记录上下楼梯的数据与对照组(22步)比较

由表5可知, 对5款手环在不同的运动状态下记录步数进行两两相关性分析, 得到5款手环计步功能

表现较为良好,呈现出较好的一致性。5 款手环两两比较的 Pearson 相关系数均大于 0.950,其中最小的是苹果和华为运动手环两者的比较值,最大的是华为和小米运动手环两者的比较值。5 款手环在 5 种不同运

动状态下的两两比较, P 值均小于 0.01, r 值均接近 1,差异均存在统计学意义,说明 5 款手环记录步数的具体数据不一致性以及基本工作原理一致。

表 5 五款手环在 5 种不同运动状态下的记录步数相关性分析结果

		fitbit	苹果	小米	华为	咕咚
fitbit	Pearson 相关性	1	0.976 ¹⁾	0.975 ¹⁾	0.967 ¹⁾	0.964 ¹⁾
	显著性(双侧)		0.000	0.00	0.000	0.000
	N	400	400	400	400	400
苹果	Pearson 相关性	0.976 ¹⁾	1	0.975 ¹⁾	0.963 ¹⁾	0.973 ¹⁾
	显著性(双侧)	0.000		0.000	0.000	0.000
	N	400	400	400	400	400
小米	Pearson 相关性	0.975 ¹⁾	0.975 ¹⁾	1	0.979 ¹⁾	0.977 ¹⁾
	显著性(双侧)	0.000	0.000		0.000	0.000
	N	400	40	400	400	400
华为	Pearson 相关性	0.967 ¹⁾	0.963 ¹⁾	0.979 ¹⁾	1	0.964 ¹⁾
	显著性(双侧)	0.000	0.000	0.000		0.000
	N	400	400	400	400	400
咕咚	Pearson 相关性	0.964 ¹⁾	0.973 ¹⁾	0.977 ¹⁾	0.964 ¹⁾	1
	显著性(双侧)	0.000	0.000	0.000	0.000	
	N	400	400	400	400	400

1)在 0.01 水平(双侧)上显著相关; N 为手环在 5 种不同运动状态下的步数相加

3)能量消耗。

卡路里是热量单位,然而按照国际单位标准能量应该用焦耳(J)来表示,1 J=0.238 9 卡路里(cal),因此为了方便人们常用“千卡”这个单位来计算食物当中的能量^[8]。测定氧气代谢量是目前医疗机构测定人体热量消耗的主要方式,然而智能手表及智能运动手环的热量消耗是软件算法根据步数、步幅、年龄、身高、心率等数据推算出来的^[9]。因为算法存在某些不足,所以不仅各产品之间在同一场景下的计算偏差存在差异,而且同一产品在不同场景下计算出来的热量消耗偏差也可能相差较大^[10]。结果显示(见表 6):运动手环在跑步(7.2 km/h)时的总体偏差为(32.00±16.58)%,在步行(3.7 km/h)时为(23.80±32.01)%,两者与实际值比较偏差较大,Fibit、苹果相对国内运动手环出现偏差较大,Fibit 在跑步时出现偏差高达 59%,步行时出现偏差为 81%,苹果较 Fibit 出现偏差小,但是与国内手环比较偏差较大,特别是在跑步时偏差为 31%。对比之下,国内智能运动手环所测得的热量消耗准确度比国外手环高。可能工程师在设计算法时考虑到亚洲人与欧美人的体质不一样,推测国外品牌的算法可能更适用于欧美人士,从而导致国人热量消耗监测的误差偏大。

表 6 5 款手环在两种不同运动模式下
热量消耗统计的相对误差¹⁾ %

手环名称	跑步(7.2 km/h)	步行(3.7 km/h)
Fibit	59	81
小米	32	12
华为	23	9
咕咚	15	8
苹果	31	9
最大偏差	59	81
平均偏差	32.4	24.5
$\bar{x} \pm s$	32.00±16.58	23.80±32.01

1)误差=(手环记录值-MAX II 气体分析代谢仪系统记录的的值)/MAX II 气体分析代谢仪系统记录的的值×100%。

2.2 智能运动手环心率监测的有效性

常见的运动心率监测方法有 2 种:心电电流测量法和光电透射测量法。心电电流测量法更多用于医用,该测量方法更精确。然而智能运动手环更多采用光电透射测量法,光电透射测量法很容易受到外界环境干扰,比如汗水、与皮肤接触的程度等,都会影响智能运动手环监测心率数据。

经试验得出结果(见表 7、8),Fibit、苹果、Polar

心率带测试的结果较对照组(SenseON 运动心肺贴的数据)值接近, 该 3 款智能运动手环记录运动和静息心率与 SenseON 运动心肺贴的数据比较, P 值均大于 0.05, 差异无统计学意义。Fibit、苹果 2 款手环以及 Polar 心率带的平均误差均小于 10%, 证明 3 款智能穿戴产品的实用价值较高。另外 3 款运动手环 P 值均小于 0.05, 差异有统计学意义, 误差较大, 实验证明该 3 款运动手环在心率监测功能表现不佳。从总体来看, 运动手环在静息和运动心率监测中不够准确, 经检验 P 值小于 0.05, 差异有统计学意义, 平均误差高于 10%, 静息心率的平均偏差和运动心率平均偏差分别为 10.5%、11.7%, 静息心率测试中最大偏差为 21.3%, 运动心率测试中最大偏差为 20.4%。

表 7 穿戴产品在不同运动模式下心率的测试结果 ($\bar{x} \pm s$)

手环	的测试结果 ($\bar{x} \pm s$)	
	静息心率	运动心率
Fibit	80.15±4.08	167.90±4.27
小米	81.90±2.27	171.80±5.65
华为	82.70±2.55	178.80±6.13
咕咚	84.30±4.08	180.65±6.86
苹果	77.95±5.97	157.20±5.34
polar 心率带	74.10±4.06	155.60±5.52
SenseON 心肺贴	71.25±4.01	157.00±3.32
最大偏差/%	21.3	20.4
平均偏差/%	10.5	11.7
$P^{1)}$	0.000	0.000

1) 运动穿戴产品记录的静息心率和运动心率数据与 SenseON 运动心肺贴的数据比较

表 8 穿戴产品在不同运动模式下的心率有效性检测结果

手环	静息心率		运动心率		$P^{1)}$	
	最大偏差/%	平均偏差/%	最大偏差/%	平均偏差/%	静息	运动
Fibit	13.81	8.21	11.24	7.92	0.192	0.070
小米	12.41	11.01	15.46	12.57	0.012	0.025
华为	15.00	11.42	21.85	18.21	0.034	0.011
咕咚	21.15	19.42	21.24	20.34	0.003	0.004
苹果	12.11	7.60	7.51	3.62	0.141	0.221
polar 心率带	7.84	4.40	9.16	6.56	0.145	0.653

1) 运动穿戴产品记录的静息心率和运动心率数据与 SenseON 运动心肺贴的数据比较

由表 9 可知, 5 款运动手环和 polar 心率带以及 SenseON 心肺贴随着运动状态的改变, 计算心率功能表现出良好的一致性。7 款运动穿戴产品的两两比较中发现, Pearson 相关系数 r 均大于 0.980, 其中苹果运动手环记录心率数据与 SenseON 心肺贴记录数据比较, 相关系数最小(0.984)。同时结合 5 种手环的线性

回归分析散点图可知, 咕咚手环在记录心率功能表现较其他手环以及智能穿戴产品较差。5 款运动手环以及 2 款穿戴产品在不同运动状态下的两两比较, P 值均小于 0.01, 差异有统计学意义, 说明 5 款手环以及两款穿戴产品记录心率的具体数据存在不一致性。

表 9 静止与运动状态下 5 款智能运动手环与 polar 心率带记录心率相关性分析结果

		fibit	小米	华为	咕咚	苹果	polar 心率带	SenseON 心肺贴
fibit	Pearson 相关性	1	0.994 ¹⁾	0.989 ¹⁾	0.990 ¹⁾	0.986 ¹⁾	0.991 ¹⁾	0.994 ¹⁾
	显著性(双侧)		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N		160	160	160	160	160	160
小米	Pearson 相关性	0.994 ¹⁾	1	0.990 ¹⁾	0.988 ¹⁾	0.986 ¹⁾	0.989 ¹⁾	0.992 ¹⁾
	显著性(双侧)	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	N	160	160	160	160	160	160	160
华为	Pearson 相关性	0.989 ¹⁾	0.990 ¹⁾	1	0.990 ¹⁾	0.990 ¹⁾	0.988 ¹⁾	0.990 ¹⁾
	显著性(双侧)	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000
	N	160	160	160	160	160	160	160
咕咚	Pearson 相关性	0.990 ¹⁾	0.988 ¹⁾	0.990 ¹⁾	1	0.986 ¹⁾	0.989 ¹⁾	0.990 ¹⁾
	显著性(双侧)	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000
	N	160	160	160	160	160	160	160
苹果	Pearson 相关性	0.986 ¹⁾	0.986 ¹⁾	0.990 ¹⁾	0.986 ¹⁾	1	0.989 ¹⁾	0.984 ¹⁾
	显著性(双侧)	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000
	N	160	160	160	160	160	160	160
polar 心率带	Pearson 相关性	0.991 ¹⁾	0.989 ¹⁾	0.988 ¹⁾	0.989 ¹⁾	0.989 ¹⁾	1	0.991 ¹⁾
	显著性(双侧)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000
	N	160	160	160	160	160	160	160
SenseON 心肺贴	Pearson 相关性	0.994 ¹⁾	0.992 ¹⁾	0.990 ¹⁾	0.990 ¹⁾	0.984 ¹⁾	0.991 ¹⁾	1
	显著性(双侧)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
	N	160	160	160	160	160	160	160

1) 在 0.01 水平(双侧)上显著相关; N 为手环在静止与运动状态下记录的步数相加

与此同时,由线性回归分析散点图(图略)分析得出,5款手环和Polar心率带在不同运动状态下记录心率均呈现出良好的线性关系,其中 R^2 排序为Fibit(0.988)>小米(0.984)>polar心率带(0.983)>咕咚(0.981)>华为(0.979)>苹果(0.969)。数据得出,在不同的运动状态下,苹果记录心率与SenseON心肺贴记录的数据的变化一致性要稍弱与其他4款手环与polar心率带。

2.3 智能运动手环睡眠监测的有效性

生活节奏的加快以及作息方式的改变使睡眠障碍逐渐成了困扰都市人群的主要问题之一,随着物质文化水平的提高,都市人群对睡眠的观念发生了改变并且对睡眠的关注度逐渐提高,智能运动手环监测睡眠质量得到了广大都市人群的青睐^[1]。由表10可知,运动手环在睡眠时长、深睡时长、浅睡时长记录与实际值存在非常显著差异,其 P 值均为0.000。实验证明运动手环在监测睡眠质量准确性不高,在睡眠时长监测中平均误差为15.6%,出现最大偏差为35.5%;深睡监测中,平均误差为57.2%,最高偏差高达103.1%;在浅睡监测中,平均偏差高达102.2%,最大偏差甚至高达152.2%。从数据得出5款运动手环监测入睡和醒来的时间都不一致,智能运动手环监测的各种睡眠时长普遍高于实际时长,咕咚在睡眠时长记录中高于实际睡眠时长83min,在深睡时长记录高于实际睡眠时长75min,在浅睡时长记录高于实际睡眠时长173min。

表10 5款手环睡眠监测的有效性测试结果($\bar{x} \pm s$) min

手环	睡眠时长	深睡时长	浅睡时长
Fibit	338±22	153±11	276±43
小米	347±17	167±14	183±8
华为	363±17	173±22	264±24
咕咚	394±24	180±19	297±47
苹果	347±17	158±20	231±27
实际睡眠时间	311±7	105±8	124±12
最大偏差/%	35.5	103.1	152.2
平均偏差/%	15.6	57.2	102.2
$P^1)$	0.000	0.000	0.000

1) 5款手环记录的睡眠数据与医院脑电图数据比较

监测睡眠质量需要检测血氧饱和度,基于运动手环工作原理需要运动手环紧贴皮肤,然而在实验过程中发现运动手环在佩戴时紧贴程度不够,芯片位置移动范围过大,对于捕捉脉搏造成一定的难度从而影响数据准确性。当受试者做翻身等身体活动时,运动手环默认其处在浅睡期,当受试者静止不动则默认其处在深睡期,实际来看该“睡眠监测”只能统称为“睡

眠推测”,其科学性还有待商榷。实际上,人体无论在深度睡眠还是在浅度睡眠时都不可能处在一个完全静止的状态,只有睡眠处在快速眼动阶段(即出现梦境时),机体才会保持短暂的静止状态。然而该阶段既不属于深度睡眠阶段也不属于浅度睡眠阶段,而是属于“异相睡眠”阶段。目前监测睡眠质量较为准确的是多导睡眠检测仪,要求受试者需要在监测室过夜,入睡前,需要在受试者的头皮、面部、腿部等部位贴上电极并且通过鼻部传感器检测呼吸,用红外线摄像头监测体位的变化等,监测过程中需要检测脑电、眼动、肌电以及血氧饱和度等数据,需要花费一定的时间来整理和分析数据,最后将睡眠监测报告呈现给受试者。

3 结论

1)不同智能运动手环在相同距离以及相同运动状态下显示的步数不同,同一款手环在相同距离以及相同运动状态下显示步数不同,而同一款智能运动手环在相同距离但不同运动状态下记录步数也不同,其准确性排序为下楼梯>上楼梯>快走>正常走>慢走,说明智能运动手环所记录的步数与实际情况相比存在较大误差。

2)同一款运动手环在相同运动状态以及相同运动距离上显示的能量消耗不同,而不同手环在同样运动状态和相同运动距离时显示消耗的能量也不同,且国产手环测得热量消耗的准确度比国外要高。智能运动手环无法辨别穿戴者的运动状态,同时在工作原理上也存在一定的不足,导致出现的误差较大。

3)同一受试者在不同智能运动手环静息状态下显示的心率不一致,同一受试者在相同智能运动手环静息状态下心率也不一致;同一受试者在不同智能运动手环运动状态下显示的心率不一致,同一受试者在相同运动手环运动状态下显示的心率也不一致。运动手环记录心率数据与实际数据比较差异有统计学意义,与实际记录情况不符并且出现误差大。

4)不同运动手环在同一受试者以及相同环境下记录的数据不同。运动手环记录睡眠数据与实际数据相比差异有统计学意义,误差较大、可信度较低,因此睡眠记录仅能作为一种参考值。

毋庸置疑,虽然智能运动手环在某些功能上表现欠佳,但却从某种程度上揭示了人们的运动规律和运动趋势,能更好地鼓励人们积极参加运动,符合当前的时代大潮流。以智能运动手环为代表的智能穿戴设备的崛起,可能为体力活动以及身体活动研究工具带来一次巨大的变革,逐渐取代问卷成为研究工具的主

角。与此同时,智能运动穿戴产业和体育产业的不断融合发展以及两者之间的相互交融,在一定程度上为智能运动穿戴产业找到了依赖的载体,而智能运动穿戴电子产业使体育产业逐步走向智能化,两者间的融合发展今后将会变得更加迅猛。

参考文献:

- [1] 高一乐. 智能运动手环的发展现状分析[J]. 当代体育科技, 2015, 5(33): 202-204.
- [2] 邹月辉, 谭利. 我国体育用品智能化发展研究——以可穿戴式运动产品为例[J]. 南京体育学院学报(社会科学版), 2015, 29(4): 87-91.
- [3] 李鸿林. 计步器准确率, 手环最低[J]. 康复, 2015(2): 42-43.
- [4] 何晓龙, 史文越, 盛张群. 智能手环/手机应用程序在不同步行速度或路面中的计步有效性研究[J]. 中国体育科技, 2016, 52(6): 122-127.
- [5] 陈晓荣, 李可基. 8种市售运动传感装置计步功能的效度研究[J]. 中国运动医学杂志, 2010, 29(4): 457-459.
- [6] 佚名. 读了才知道!智能手表和运动手环厂家绝不会告诉你的那些事! [EB/OL]. [2017-09-30]. http://www.360doc.com/content/16/1106/15/1427138_604365649.shtml, 2016-11-06.
- [7] 张培珍, 岳书芳, 洪平. 超重成年女性相同速度梯度健步走与慢跑能量消耗的比较[J]. 体育科学, 2016, 36(8): 42-49.
- [8] 王建军, 贾连堃. 我国 U15 男子足球运动员赛前周训练课不同位置训练的心率与运动能量消耗研究[J]. 沈阳体育学院学报, 2013, 32(2): 112-115.
- [9] 朱焱, 朱籽先, 陆明, 等. 人体数据监测类智能手环现状分析[C]//世界中医药学会联合会中医诊疗仪器专业委员会成立大会暨学术年会论文集, 2015.
- [10] 周厚栋, 李华. 运动手环测量 22~27 岁人群体力活动能量消耗的有效性探究[J]. 智富时代, 2015(1X): 205-206.
- [11] 梁景裕. 运动 睡眠 健康 五款智能手环体验评测[J]. 消费电子, 2014(9): 55-62.

