|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ICS** | \*\*.\*\*\*.\*\* | |
| **Y**\*\* | |  |
|  | |  |
|  | |  |
|  | | | | | | |
|  | | | | | | |
|  | | | | | | |
| 团体标准 | | | | | | |
|  | | | | | | |
|  | | | |  |  |  |
|  | | | |  | T/CSSS \*\*\*\*－20\*\* |  |
|  | | | |  |  |  |
|  | | | | | | |
|  | | | | | | |
| **不同运动方式的量-效关系对照指南** | | | | | | |
| Guidelines for quantity-response control of different exercise patterns  （文件类型：草案） | | | | | | |
|  | | | | | | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | | |
|  | | |
| 20\*\*-\*\*-\*\*发布 |  | 20\*\*-\*\*-\*\*实施 |
|  | | |
| 中国体育科学学会发布 | | |

**目****次**

[前言 III](#_Toc94114800)

[引言 IV](#_Toc94114801)

[1 范围 5](#_Toc94114803)

[2 规范性引用文件 5](#_Toc94114804)

[3术语和定义 5](#_Toc94114805)

[4 程序评估 7](#_Toc94114819)

[5不同运动方式产生的量-效关系的主要内容 7](#_Toc94114820)

[5.1不同人群不同强度生理参数对照表 7](#_Toc94114821)

[5.2不同人群不同运动强度所对应的运动方式 8](#_Toc94114822)

[5.3不同人群不同强度下生理效应对照表 12](#_Toc94114823)

[附录A（资料性） 14](#_Toc94114824)

[参 考 文 献 15](#_Toc94114825)

# 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由北京体育大学提出。

本文件由中国体育科学学会归口。

本文件起草单位：北京体育大学、北京大学。

本文件主要起草人：陆一帆、陈功、闫会萍、李嘉豪、李佳锦、张钊、徐承汝、武晓雪。

# 引 言

运动是良医的理念逐渐被人们所接受，大众健身的热度也随之高涨，科学的运动尤为重要。美国运动医学学院(ACSM)提出，系统的个性化运动处方的基本组成部分包括适当的运动模式、强度、持续时间、频率和运动训练的进展，其中运动强度被认为是最重要的变量[1]。运动强度是调节生理应激状况和日常运动和身体活动的健康益处的关键因素[2, 3]。

运动中的量效关系即何种锻炼类型以及锻炼强度对哪些特定人群产生特定效果。以往研究表明低强度运动相对于高强度运动而言更容易忍受，更容易保持愉快，因此更容易坚持[4]。运动强度对执行功能的影响是倒U型，中等强度的运动对执行功能来说最有益[5, 6]。定期中等强度运动，能够改善心血管健康[7, 8]。Kraus等[9]对肥胖人群研究发现，中等强度运动更大程度上提高胰岛素敏感性。Huang等[10]研究表明，中等强度运动更能提升老年人的有氧能力。美国运动医学学会（ACSM）建议肥胖症从事中等强度的体育活动[1]。DiPietro等[11]对健康老年妇女研究发现高强度运动更大程度上提高胰岛素敏感性。Asikainen等[12]研究年轻，健康，积极运动者发现，大强度运动更能改善他们的身体组成以及有氧能力。由此可见，不同强度对不同人群所产生的效益是不同的。制定不同人群不同运动方式的量-效关系的标准，可提高大众健身的科学化和精准化水平。

国内外有关运动方式的量-效关系的标准处于空白阶段。制定不同运动方式的量-效关系的标准，能够让目标人群了解如何维持或改善个体的身体情况。为精准化运动健身打下基础。

|  |
| --- |
| **不同运动方式的量-效关系对照指南** |
|  |

1 范围

本文件规定了不同年龄层不同性别人群在运动过程中不同运动强度所对应的生理参数，并将不同人群常见的运动方式进行了强度归类，汇总了不同人群不同运动强度所产生的生理反应。

本文件适用于指导这类人群健身的工作人员或科研人员用。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件

3.1

量效关系 dose-effect relationship

在一定范围内，运动的效应与运动剂量成正相关，运动剂量既包含总运动消耗量，也包含运动量的各相关因素（运动强度、运动持续时间、运动频率和运动方式等），定量地分析与阐明两者间的变化规律，称为量效关系。

### 3.2

### 心率heart rate；HR

指正常人安静状态下每分钟心跳的次数，也叫安静心率。

### **3.3**

### **主观用力感觉 rating of perceived exertion；RPE**

主观用力感觉（Rating of Perceived Exertion，RPE) 是一种测量运动强度的方法，它与运动时的心率明显相关，传统的Borg RPE量表的范围是6~20，本标准使用改良版的CR 10 RPE量表，并在运动时的总体RPE基础上，增加了心脏RPE、肌肉RPE、呼吸RPE。

### 3.4

### 摄氧量 oxygen uptake

是指单位时间内机体摄取并被实际消耗或利用的氧量。

### 3.5

### 甘油三酯 triglyceride；TG

是一种在机体内可通过常规血液生化检查检出的一种生化物质，为心血管疾病的危险因素。

### **3.6**

### **低密度脂蛋白胆固醇 low density lipoprotein** cholesterol；LDL-C

是一种在机体内可通过常规血液生化检查检出的一种生化物质，为心血管疾病的危险因素。其含量与心血管疾病的发病率及病变程度相关，被认为是动脉粥样硬化的主要致病因子，其浓度与冠心病的发病率有明显正相关，也是评价个体冠心病发生的危险因素的一个重要指标。

### 3.7

### 总胆固醇 total cholesterol；TC

是指血清中各种脂蛋白所含的胆固醇，即结合胆固醇和游离胆固醇的总和。由于血清中的胆固醇基本上是以结合状态存在于脂蛋白中，所以它主要代表结合的胆固醇。由于它不能够反映各种脂蛋白的多少，所以它也就不能够确切地反映高密度脂蛋白胆固醇和低密度脂蛋白胆固醇的多少，因此也就不能单独作为判断动脉粥样硬化危险性大小的准确指标。

### **3.8**

### **高密度脂蛋白胆固醇** high density lipoprotein cholesterol；**HDL-C**

主要在肝脏合成，是一种抗动脉粥样硬化的脂蛋白，可将胆固醇从肝外组织转运到肝脏进行代谢，由胆汁排出体外 ，其血浆含量的高低与患心血管病的风险呈负相关。

### 3.9

### 肺活量 vital capacity；VC

是呼吸生理的指标之一。指一次尽力吸气后，再尽力呼出的气体总量。

### 3.10

### 血糖 blood glucose；BG

血中的葡萄糖。葡萄糖是人体的重要组成成分，也是能量的重要来源。正常人体每天需要很多的糖来提供能量，为各种组织、脏器的正常运作提供动力。

### 3.11

### 收缩压 systolic blood pressure；SBP

当人的心脏收缩时，动脉内的压力上升，心脏收缩的中期，动脉内压力最高，此时血液对血管内壁的压力称为收缩压，亦称高压。

### 3.12

### 舒张压 diastolic blood pressure；DBP

### 低压

当人的心脏舒张时，动脉血管弹性回缩时，产生的压力。

**4 缩略语**

下列缩略语适用于本文件。

BW：体重（Body Weight ）

BG：血糖（Blood Glucose）

DBP：舒张压（Diastolic Blood Pressure）

HDL-C高密度脂蛋白胆固醇（High Density Lipoprotein Cholesterol）

RHR安静心率（Resting Heart Rate）

SBP收缩压（Systolic Blood Pressure）

TG甘油三酯（Triglyceride ）

TC总胆固醇（Total Cholesterol）

VC肺活量（Vital Capacity）

### 4程序评估

第一步：收集个人基本信息包括年龄，性别，疾病史，常用运动方式，运动频率，运动周期，每次运动持续时间。

第二步：通过查找不同运动强度生理参数对照表，找到不同年龄层和不同性别在各个运动强度下的生理参数范围，并确定目标运动强度指标的范围。

第三步：通过查找不同运动强度与运动方式对照表，找到不同年龄层和不同性别在各个运动强度下的运动方式有哪些，并根据个人运动习惯选择合适自己的运动方式。

第四步：通过查找不同运动强度与生理反应关系的对照表，找到不同年龄层在各个强度下产生的生理效应有哪些，根据个人目标改善指标选择对应的运动强度。

### 5 不同运动方式产生的量-效关系的主要内容

### 5.1 不同人群不同强度生理参数对照表

表1~表6针对不同年龄层不同性别划分了6类人群，并且显示了不同强度下摄氧量、心率、RPE、梅脱值和血乳酸之间的关系。

表1青年男不同强度生理参数对照表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **强度** | **VO2** | **HR** | **RPE** | **METs** | **LA** |
| **低强度** | ≤17.8 | ≤110.4 | ≤2.6 | ≤5.1 | ≤3.3 |
| **中强度** | 17.8-24.4 | 110.4-131.1 | 2.6-3.5 | 5.1-7.0 | 3.3-4.5 |
| **高强度** | ≥24.4 | ≥131.1 | ≥3.5 | ≥7.0 | ≥4.5 |

表2青年女不同强度生理参数对照表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **强度** | **VO2** | **HR** | **RPE** | **METs** | **LA** |
| **低强度** | ≤13.4 | ≤109.4 | ≤2.4 | ≤4.2 | ≤2.7 |
| **中强度** | 13.4-18.3 | 109.4-130.0 | 2.4-3.3 | 4.2-5.7 | 2.7-3.6 |
| **高强度** | ≥18.3 | ≥130.0 | ≥3.3 | ≥5.7 | ≥3.6 |

表3中年男不同强度生理参数对照表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **强度** | **VO2** | **HR** | **RPE** | **MET** | **LA(血乳酸)** |
| **低强度** | ≤15.4 | ≤104.1 | ≤2.8 | ≤4.4 | ≤2.6 |
| **中强度** | 15.4-21.1 | 104.1-123.6 | 2.8-3.8 | 4.4-6.1 | 2.6-3.6 |
| **高强度** | ≥21.1 | ≥123.6 | ≥3.8 | ≥6.1 | ≥3.6 |

表4中年女不同强度生理参数对照表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **强度** | **VO2** | **HR** | **RPE** | **MET（** | **LA(血乳酸)** |
| **低强度** | ≤13.6 | ≤99.2 | ≤2.5 | ≤4.4 | ≤2.2 |
| **中强度** | 13.6-18.6 | 99.2-117.8 | 2.5-3.3 | 4.3-5.9 | 2.2-2.9 |
| **高强度** | ≥18.6 | ≥117.8 | ≥3.3 | ≥5.9 | ≥2.9 |

表5老年男不同强度生理参数对照表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **强度** | **VO2max** | **HRmax** | **METs** | **RPE** | **LA(血乳酸)** |
| **低强度** | ≤15.8 | ≤69.3 | ≤4.4 | ≤2.1 | ≤1.9 |
| **中强度** | 15.8-21.7 | 69.3-94.9 | 4.4-6.4 | 2.1-3.6 | 1.9-2.6 |
| **高强度** | ≥21.7 | ≥94.9 | ≥6.4 | ≥3.6 | ≥2.6 |

表6老年女不同强度生理参数对照表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **强度** | **VO2max** | **HRmax** | **RPE** | **METs** | **LA(血乳酸)** |
| **低强度** | ≤13.5 | ≤68 | ≤1.8 | ≤3.8 | ≤1.8 |
| **中强度** | 13.5-18.5 | 68-93.2 | 1.8-3.2 | 3.8-6 | 1.8-2.5 |
| **高强度** | ≥18.5 | ≥93.2 | ≥3.2 | ≥6 | ≥2.5 |

### 5.2不同人群不同运动强度所对应的运动方式

表7~表12针对不同年龄层不同性别划分了6类人群，然后针对每个强度区间给出了不同体力活动的代谢当量值。

表7 青年男不同运动强度对应运动方式

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 运动强度 | 对应的运动方式 | **METs** |
| **低（METs≤5.0）** | 广场舞 | 3.9~4.9 |
| 网球 | 4.5 |
| **中（5.1≤METs≤7.0）** | 太极拳 | 6.4 |
| 羽毛球 | 5.5-6.9 |
| 健步走 | 6.1 |
| 健身操 | 6.4 |
| 排球 | 6.8 |
| 跑步 | 6.4 |
| 瑜伽 | 6.2 |
| 自行车 | 6.4 |
| **高（METs≥7.1）** | 滑雪 | 7.7 |
| 篮球 | 7.5 |
| 力量训练 | 7.7 |
| 乒乓球 | 8.3 |
| 足球 | 8.3 |
| 游泳 | 7.1 |

表8 青年女不同运动强度对应运动方式

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 运动强度 | 对应的运动方式 | **METs** |
| **低（METs≤4.1）** | 足球 | 3.6 |
| **中（4.2≤METs≤5.7）** | 滑雪 | 5.2-5.3 |
| 健步走 | 4.8-4.9 |
| 跑步 | 5.5-5.6 |
| 乒乓球 | 5.5-5.6 |
| 网球 | 5.2-5.3 |
| 瑜伽 | 5.7-5.8 |
| 羽毛球 | 5.0-5.1 |
| 自行车 | 5.4-5.5 |
| **高（METs≥7.1）** | 广场舞 | 6.0 |
| 篮球 | 6.2 |
| 力量训练 | 6.0 |
| 排球 | 7.0 |
| 太极拳 | 6.2 |
| 游泳 | 6.3 |

表9 中年男不同运动强度对应运动方式

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 运动强度 | 对应的运动方式 | **METs** |
| **低（METs≤4.3）** | 广场舞 | 3.7 |
| 健步走 | 4.0 |
| 羽毛球 | 3.7 |
| **中（4.4≤METs≤6.1）** | 滑雪 | 4.8 |
| 力量训练 | 5.6 |
| 跑步 | 5.4 |
| 乒乓球 | 4.5 |
| 太极拳 | 4.6 |
| 网球 | 5.3 |
| 游泳 | 5.0 |
| 瑜伽 | 6.1 |
| 自行车 | 5.0 |
| **高（METs≥6.2）** | 健身操 | 6.4 |
| 篮球 | 7.0 |
| 排球 | 8.0 |
| 足球 | 6.4 |

表10 中年女不同运动强度对应运动方式

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 运动强度 | 对应的运动方式 | **METs** |
| **低（METs≤4.2）** | 太极拳 | 4.2 |
| 网球 | 3.6 |
| **中（4.3≤METs≤5.9）** | 广场舞 | 4.7 |
| 健步走 | 4.5 |
| 健身操 | 5.2 |
| 排球 | 5.4 |
| 游泳 | 5.2 |
| 羽毛球 | 4.7 |
| 自行车 | 5.4 |
| **高（METs≥6.0）** | 跑步 | 6.5 |
| 乒乓球 | 6.5 |
| 瑜伽 | 6.3 |

表11 老年男不同运动强度对应运动方式

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 运动强度 | 对应的运动方式 | **METs** |
| **低（METs≤4.4）** | 排球 | 2.4 |
| 篮球 | 4.2 |
| 游泳 | 4.2 |
| **中（4.4≤METs≤6.4）** | 健步走 | 4.8 |
| 广场舞 | 4.8 |
| 太极拳 | 5.2 |
| 自行车 | 5.4 |
| 跑步 | 5.6 |
| 健身操 | 5.6 |
| 乒乓球 | 6.1 |
| 滑雪 | 6.3 |
| **高（METs≥6.5）** | 力量训练 | 6.5 |
| 羽毛球 | 7.1 |
| 网球 | 7.1 |
| 足球 | 9.7 |

表12 老年女不同运动强度对应运动方式

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 运动强度 | 对应的运动方式 | **METs** |
| **低（METs≤3.8）** | 无 | 无 |
| **中（3.8≤METs≤6.0）** | 乒乓球 | 4.6 |
| 跑步 | 4.6 |
| 广场舞 | 4.8 |
| 健步走 | 5.1 |
| 太极拳 | 5.1 |
| 自行车 | 5.3 |
| 健身操 | 5.6 |
| 力量训练 | 5.8 |
| **高（METs≥6.0）** | 羽毛球 | 6.2 |
| 瑜伽 | 7.2 |
| 游泳 | 7.9 |
| 排球 | 11.2 |

### 5.3 不同人群不同强度下生理效应对照表

表13~表16反映了不同人群在不同运动强度是否能改善某些生理指标。

表13青年人不同运动运动强度产生的生理效应

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 生理指标 | 低强度 | 中强度 | 高强度 |
| 高密度脂蛋白胆固醇 |  |  |  |
| 安静心率 |  |  |  |
| 体重 |  | **+** |  |
| 总胆固醇 |  |  |  |
| 甘油三酯 |  | **+** |  |
| 收缩压 |  |  | **+** |
| 舒张压 |  |  |  |
| 肺活量 |  |  |  |
| 血糖 |  |  | **+** |
| **注：**“**＋**”代表能够改善该指标。 | | | |

表14 中年人不同运动运动强度产生的生理效应

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 低强度 | 中强度 | 高强度 |
| 高密度脂蛋白胆固醇 |  |  |  |
| 安静心率 |  | **+** |  |
| 体重 |  | **+** |  |
| 总胆固醇 |  | **+** |  |
| 甘油三酯 |  | **+** |  |
| 收缩压 |  | **+** |  |
| 舒张压 | **+** | **+** |  |
| 肺活量 |  |  |  |
| 血糖 |  |  | **+** |
| **注：**“**＋**”代表能够改善该指标。 | |  |  |

表15 老年人不同运动运动强度产生的生理效应

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 低强度 | 中强度 | 高强度 |
| 高密度脂蛋白胆固醇 | **+** |  |  |
| 安静心率 | **+** | **+** |  |
| 体重 |  |  |  |
| 总胆固醇 |  | **+** |  |
| 甘油三酯 |  |  |  |
| 收缩压 |  |  |  |
| 舒张压 |  | **+** |  |
| 肺活量 |  | **+** |  |
| 血糖 |  |  |  |
| 注：“＋”代表能够改善该指标。 | |  |  |

### 5.3.1不同强度下不同年龄、疾病史、运动周期、运动频率、每次运动时间的生理效应对照表

不同运动强度下不同年龄、运动周期、运动频率、每次运动时间的生理效应对照表如表4.1~4.3所示。“**＋**”代表能够改善该指标。通过查表，能够找到目标人群改善该指标最低运动周期以及每周运动时间。

表16 低强度亚组分析

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 高密度脂蛋白胆固醇 | 安静心率 | 舒张压 |
|  | mmol/L | 次/分 | mm/Hg |
| **年龄** |  |  |  |
| 20~45 |  |  |  |
| 45~60 |  |  | **＋** |
| ＞60 | **＋** | **＋** |  |
| **运动周期** |  |  |  |
| <8 weeks |  |  |  |
| 8~12weeks |  |  |  |
| 12~16weeks |  |  |  |
| >16weeks |  |  |  |
| **每周运动时间** |  |  |  |
| 75min< |  |  |  |
| 75~150min | **＋** | **＋** | **＋** |
| 150~300min |  |  |  |
| ＞300min |  |  |  |
| 注：“＋”代表能够改善该指标。 | |  |  |

表17 高强度亚组分析

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Characteristic | 血糖 | 舒张压 | 收缩压 |
|  | mmol/L | mm/Hg | mm/Hg |
| **年龄** |  |  |  |
| 20~45 | **＋** |  | **＋** |
| 45~60 | **＋** |  |  |
| ＞60 |  |  |  |
| **运动周期** |  |  |  |
| <8 weeks |  |  |  |
| 8~12weeks | **＋** |  | **＋** |
| 12~16weeks | **＋** |  |  |
| >16weeks |  |  |  |
| **每周运动时间** |  |  |  |
| 75min< |  |  |  |
| 75~150min | **＋** |  | **＋** |
| 150~300min |  |  | **＋** |
| ＞300min |  |  |  |
| 注：“＋”代表能够改善该指标。 | |  |  |

表18 中等强度亚组分析

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 总胆固醇 | 安静心率 | 甘油三酯 | 高密度脂蛋白胆固醇 | 收缩压 | 舒张压 | 体重 | 肺活量 |
|  | mmol/L | 次/分 | mmol/L | mmol/L | mm/Hg | mm/Hg | kg | ml |
| **年龄** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20~45 |  |  | **＋** |  |  |  | **＋** |  |
| 45~60 | **＋** | **＋** | **＋** |  | **＋** | **＋** | **＋** |  |
| ＞60 | **＋** | **＋** |  |  |  | **＋** |  | **＋** |
| **运动周期** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <8 weeks |  | **＋** |  |  | **＋** | **＋** | **＋** |  |
| 8~12weeks |  | **＋** |  |  | **＋** | **＋** | **＋** | **＋** |
| 12~16weeks | **＋** |  |  |  |  |  |  |  |
| >16weeks | **＋** | **＋** | **＋** |  | **＋** | **＋** |  | **＋** |
| **每周运动时间** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 75min< |  | **＋** |  |  |  |  |  |  |
| 75~150min |  |  |  |  |  | **＋** | **＋** |  |
| 150~300min |  | **＋** |  |  | **＋** | **＋** | **＋** | **＋** |
| ＞300min | **＋** |  |  | **＋** | **＋** |  | **＋** |  |
| 注：“＋”代表能够改善该指标。 | | |  |  |  |  |  |  |

### 6 标准的验证

标准的验证阶段，重新纳入青年人、中年人和老年人各30名，纳入标准与初次招募相同。进行基础信息的收集与运动测试，测试方法和测试仪器与运动测试阶段相同，统计数据后进行如下所示步骤进行验证：

第一步，对所有受试者进行基础信息的收集，包括年龄、性别、疾病史、常用运动方式、运动频率、运动周期、每次运动持续时间以及运动过程中主观疲劳感觉（RPE）。并列出不同运动方式与主观疲劳感觉之间的对应关系。

第二步，所有受试者进行运动测试，并采集运动过程中的心率、摄氧量、血乳酸、等指标。并列出不同运动强度下各指标的数值大小。

第三步，将第一步和第二步的出来的结果带入到标准制定的表中，计算标准的准确率。

此次共纳入90名受试者，青年人共30名（男女各15名），测试结果满足标准有24人（男11人女13人）准确率为80%。中年人共30人（男女各15人），测试结果满足标准有22人（男12人，女10人）准确率为73%。老年人共30人（男女各15人），测试结果满足标准的有23人（男10人，女13人）准确率为77%。

# 参 考 文 献

[1] THOMPSON P D, ARENA R, RIEBE D, et al. ACSM's new preparticipation health screening recommendations from ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, ninth edition [J]. Current sports medicine reports, 2013, 12(4): 215-7.

[2] SE G, DP S, R H, et al. Effect of intensity of aerobic training on VO2max [J]. 2008, 40(7): 1336-43.

[3] G H, R W, P C, et al. Dose-response relationship of cardiorespiratory fitness adaptation to controlled endurance training in sedentary older adults [J]. 2016, 23(5): 518-29.

[4] JI R, MEDICINE R M J S. Adherence to exercise programmes. Recommendations [J]. 1994, 17(1): 39-52.

[5] 张连成, 王肖, 高淑青. 身体活动的认知效益：量效关系研究及其启示 体育学刊 [J]. 2020, 27(01): 66-75.

[6] YK C, SPORT E J J J O, PSYCHOLOGY E. Exploring the dose-response relationship between resistance exercise intensity and cognitive function [J]. 2009, 31(5): 640-56.

[7] MYERS J. Cardiology patient pages. Exercise and cardiovascular health [J]. Circulation, 2003, 107(1): e2-5.

[8] SHEPHARD R J, BALADY G J. Exercise as cardiovascular therapy [J]. Circulation, 1999, 99(7): 963-72.

[9] KRAUS W E, TORGAN C E, DUSCHA B D, et al. Studies of a targeted risk reduction intervention through defined exercise (STRRIDE) [J]. Medicine and science in sports and exercise, 2001, 33(10): 1774-84.

[10] HUANG G, WANG R, CHEN P, et al. Dose-response relationship of cardiorespiratory fitness adaptation to controlled endurance training in sedentary older adults [J]. European journal of preventive cardiology, 2016, 23(5): 518-29.

[11] DIPIETRO L, DZIURA J, YECKEL C W, et al. Exercise and improved insulin sensitivity in older women: evidence of the enduring benefits of higher intensity training [J]. Journal of applied physiology (Bethesda, Md : 1985), 2006, 100(1): 142-9.

[12] ASIKAINEN T M, MIILUNPALO S, OJA P, et al. Randomised, controlled walking trials in postmenopausal women: the minimum dose to improve aerobic fitness? [J]. British journal of sports medicine, 2002, 36(3).