

日期	版本	说明	作者
20210615	V1.0.0	初版	陈挺
20211025	V1.0.1	修改部分描述	陈挺

## 简述

## 什么是体成分

### @什么是体成分

构成身体的组成部份有 **脂肪**、**肌肉**、**骨骼**、**水分** 等。脂肪过多、肌肉过少等不正常的体组成和生活习惯和身体有很大的关系。因此认识身体成分将有益健康的生活。

体成分是描述身体具体组成部分的一种方式。其中涉及脂肪、蛋白质、矿物质和体内水分等。相较于BMI，体成分可更准确地对体重进行说明。

身体成分分析可准确显示脂肪量、肌肉质量和体脂百分比的变化，还有助于验证个人培训、患者护理和特殊群体健康等服务。

## 体分量测原理

### @体分量测原理

体阻抗测量体组成的方法称为 **BIA** 法(生物电阻抗分析法)

主要是利用『水油导电度』的不同，以微小的电流通过身体，含『水』量高的组织多，身体导电性就越好，电阻越低体脂也越低，相反的，脂肪组织的导电性相对较差，电阻高，体脂率相对也越高。

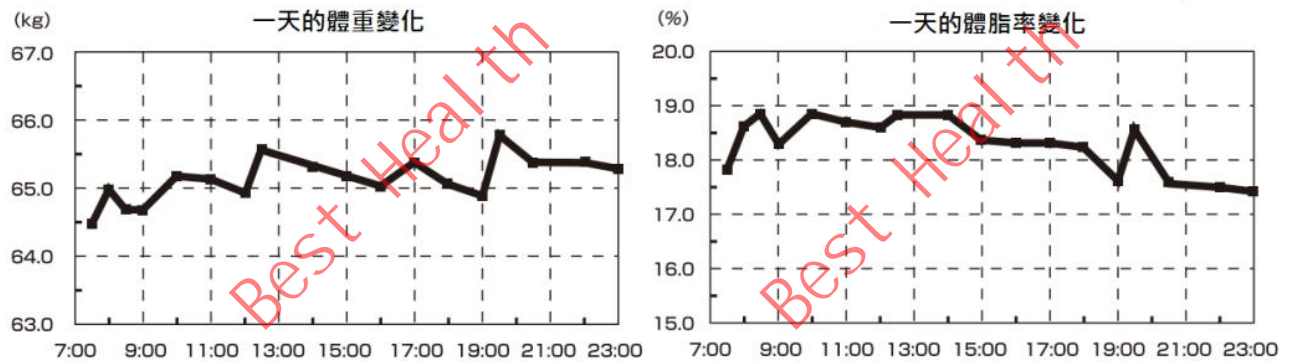
## 正确的量测方法

## 建议的体分量测时间

### @FAQ-建议的体分量测时间

因生活方式不一样，体重和身体的生物电阻会发生变化，测量值也会因人而异。通常建议在同样的时间和同样条件下测量，建议忽略细小变化观察长期的变化倾向。

推荐量测时间：**起床两小时后**、**入浴两小时后**、**饭后两小时**、**睡觉前**



## 如何保证体成分测量精度

### @FAQ-如何保证体成分测量精度

一台身体成分分析仪测试结果的准确度不但受测试过程的影响，还受环境因素的影响。为保证体分量测准确，需要注意以下量测事项

1. 测量前移除金属物品，依据测量位置脱去鞋袜或者手套穿着轻便进行测量
2. 应空腹进行测量

如果测试前曾进食，则应该至少间隔 2 小时之后再实行测试，因为食物的重量会被当成身体的重量而造成计算误差

3. 测试前应排空大小便

虽然膀胱和肠道内容物不会被计算入身体成分，但其重量会被计算入身体重量，从而影响测试结果

4. 在进行运动后不宜立即进行体成分测量

力量练习和剧烈运动都能够引起体成分的暂时性变化

5. 在进行沐浴、桑拿等活动后不宜立即进行体成分测量

出汗会导致体成分发生暂时性变化

6. 女生生理期不建议进行测量

经验表明女性在月经期间身体水分会增加

## 7. 建议静立五分钟后进行测量

躺或坐较长时间后立即实行测试结果会不够准确，因为从卧位或坐位站立起来之后身体中的部分水分会逐渐向下肢转移，需要一段时间来达到平衡

## 8. 测试环境应保持适宜的温度（20℃～25℃）

人的身体成分在适宜温度下比较稳定，而过热或过冷都会造成身体成分的不稳定

## 9. 测量期间不要说话及移动身体

移动等会造成阻抗量测值错误或异常

10. 对于需要测量双手的设备，测量时双臂往两边展开，确保双臂不要与躯干接触，接触会造成阻抗量测值错误或异常

11. 对于需要测量双脚的设备，大腿内侧皮肤不要接触，接触会造成阻抗量测值错误或异常

## 其他注意事项

### @FAQ-体成分测量注意事项

- 佩戴心脏起搏器或其他电子设备的或者禁止使用人体成分分析仪

## 悠健体成分算法

根据以上测量体成分原理，可通过悠健设备量测 **体重**、**体阻抗** 信息。

但需要获得体成分信息还需要其他信息来建模推算各项体脂率、肌肉量等体成分信息。

### @悠健有哪些体成分算法

依据产品形态、阻抗量测位置、频率等，悠健目前可提供的体成分算法如下

算法名称	阻抗位置	量测频率	产品形态
TwoLegs	双脚之间阻抗	50KHz	四电极体脂秤
TwoArms	双手之间阻抗	50KHz	手环、手表、跑步机、共享体成分仪等设备

算法名称	阻抗位置	量测频率	产品形态
Body120	四肢阻抗及全身阻抗	50KHz	八电极体脂秤、跑步机、共享体成分仪等设备
Body220	四肢阻抗及躯干阻抗	20KHz & 100KHz	家用八电极体脂秤、共享体成分仪等设备
Body270	四肢阻抗及躯干阻抗	20KHz & 100KHz	八电极体脂秤、专业体成分仪等设备

不同体成分算法建模原理不同，需要的建模参数也不同，详细体成分算法输入及输出项目请参考对应体成分算法的相关文档。

每项算法悠健可提供 **Android**、**Android**、**HOLTEK MCU端**、**Web服务器接口** 调用接口,若有其他特殊需求请在联系我们。

算法部署位置	应用场景	算法更新	MCU成本	备注
web服务器接口	无原生App，比如微信小程序，Android & App等场景	★★★★★	★★★★★	推荐使用，需要联网才可使用
Android	Android App、大型体成分分析仪 Android平板端	★★★★☆☆	★★★★★	主流应用场景
IOS	IOS App	★★★★☆☆	★★★★★	主流应用场景
watchOs	apple watch	★★★★☆☆	★★★★★	
HOLTEK MCU	秤端脱离App即可显示体成分	★☆☆☆☆	★☆☆☆☆	不推荐使用

- 各项标准指标作为保健级提供参考而非临床诊断使用
- 如何知道算法是否有更新版本

参考 悠健体成分算法OpenAPI使用需知 文件，获取对应算法最新版本，于自己拿到的算法版本，若服务器版本更新，则可联系悠健获取最新的版本

## 体成分算法 TwoArms 主要参数

### @体成分算法主要参数-TwoArms

- 算法输入(6项)

参数	分度值	属性	指标标准	参数	分度值	属性	指标标准
身高	1cm	输入	-	年龄	1岁	输入	-
体重	0.1Kg	量测值	-	性别	男/女	输入	-
50KHz双手阻抗	1ohm	量测值	-	用户类型	运动员/普通人群	输入	-

• 算法输出(19项)

参数	分度值	属性	指标标准	参数	分度值	属性	指标标准
水分率	0.1%	全身体成分	√	人体质量指数	0.1	肥胖分析	√
脂肪量	0.1Kg	全身体成分	-	脂肪率	0.1%	肥胖分析	√
蛋白质率	0.1%	全身体成分	√	内脏脂肪等级	1	肥胖分析	√
肌肉量	0.1Kg	全身体成分	√	基础代谢量	1Kcal	肥胖分析	√
骨骼肌量	0.1Kg	全身体成分	√	皮下脂肪率	0.1%	肥胖分析	√
骨量	0.1Kg	全身体成分	√				
去脂体重	0.1Kg	全身体成分	-	身体类型	9种	评价建议	-
皮下脂肪量	0.1Kg	全身体成分	-	身体得分	1分	评价建议	-
肌肉率	0.1%	全身体成分	-	身体年龄	1岁	评价建议	-
				理想体重	0.1Kg	评价建议	-
				运动消耗	1Kcal	评价建议	-

## 体成分参数详述

## 身高

### 定义

身高是指人体纵向的长度。

### 算法参数-身高 heightCm

可采用超声波测距仪量测或用户设定输入。

此参数直接参与体成分计算。

**BIA** 体成分分析就是分析人体的阻抗特性，阻抗特性中:阻抗与横截面积成反比，于长度( **身高** )成正比。所以 **BIA** 体成分分析一定需要输入正确的身高

- 分辨率： 1cm。
- 标准指标： 无

## 年龄

### 定义

一个人从出生时起到计算时止生存的时间长度。

### 算法参数-年龄 age

通常在 App 设定生出日期，然后自动计算年龄传入

年龄作为用户人群信息，直接参与体成分计算和健康标准判断，请一定保证输入正确

- 分度值： 1 岁
- 标准指标： 无

## 性别

### 定义

人体生理上的性别，分为男性、女性。

### 算法参数-性别 sex

通常在 App 上直接设定

- 分辨率：男性 或 女性。
- 标准指标：无  
性别作为用户人群信息，直接参与体成分计算和健康标准判断，请一定保证输入正确

## 体重

### 定义

算法依据 4 室模型，假设体重是身体总 水分 、蛋白质 、无机盐 和 脂肪 的总和。

### 算法参数-体重 weightKg

通常来自秤端量测值

- 分度值：0.1Kg
- 标准指标：无

## 算法参数-理想体重 **IdealWeightKg**

当前身高、年龄等信息在保持最佳身体健康状况的身体重量。

- 分度值：0.1Kg
- 标准指标：无

## 阻抗值

### 定义

阻抗是电阻和电抗的矢量和。是指物质对电流流动的反作用力。

在 **BIA** 中，体内的水分越多，电阻就越小。于脂肪不同的是，体内肌肉含有水分，所以肌肉越多，体内水分也就越多。体内水分越多，电流收到的阻力也就越小。

想象体内水分就是一条高速公路，电流为行驶在高速公路上的汽车。当高速公路只有电流这辆汽车的时候，电流行驶在这条高速公路上相当于无阻力。也就是无阻抗，但实际上这条高速公路还有脂肪、肌肉、骨骼等其他汽车会对电流这辆汽车产生阻力，也就是有阻抗。

## 算法参数-阻抗

来自秤端、手表、手柄、体成分分析仪、体成分模块测量值。依据算法平台，可能需要悠健加密值

- 分度值：1 $\Omega$
- 标准指标：无  
50KHz双手阻抗(**zTwoArms**)

## 水分



定义

水分是指体内含水分的血液、淋巴液、细胞外液、细胞内液等。有输送营养、回收体内废物、保持体温等对身体很重要的功能。

保持健康的水分比例能够确保身体功能高效,并降低发生相关健康问题的风险。

- 1. 如果节食急剧减轻体重，不只是体脂肪连最重要的体水分也有可能减少。请注意将体脂肪控制在标准范围，不要进行减少体水分的盲目减肥，将会有利于身体健康。
- 2. 因运动、饮酒后、洗澡后等体内水分移动和体温度上升时休息一段时间等身体处于安静状态且体温降下来时再测量。
- 3. 喝水之后（刚刚喝完水）直到身体完全吸收后测量值才能反映出来
- 4. 发烧和持续激烈的呕吐，腹泻时等身体好转后再测量。

算法参数-水分率 WaterRate

体水分率是体内液体总量占体重的百分比。

- 分度值: 0.1%
- 标准指标，算法返回标准列表[ 53、67 ]

	偏低	标准	优秀
区间	WaterRate < 53.0%	53.0% ≤ WaterRate < 67.0%	67.0% ≤ WaterRate
Tips			

脂肪

定义

体脂肪是皮下脂肪、内脏脂肪和肌肉之间脂肪的总和。

体脂肪不单是活动能源，更有保持体温、减轻外来的冲击力、滋润皮肤、保持平滑苗条的体型、维持正常荷尔蒙分泌等作用。但是，过多的体脂肪是引发高脂血症、高血压、糖尿病等生活习惯的原因之一。

小孩子的肥胖和成人一样也有可能引发过多的体脂肪是引发高脂血症、高血压、糖尿病等危害健康的疾病。因此从小孩子开始就要注意保持适当的体脂肪率。

## 算法参数-脂肪率、体脂率 BodyFatRate

脂肪占总体重的比例。

肥胖应该由脂肪率决定而不是体重。

- 单位%，
- 分辨率 0.1%
- 标准指标

根据输入参数计算返回正常范围内

男性

年龄/歳	偏瘦	標準	警惕	偏胖	肥胖
6	0~6.9	7.0~15.9	16.0~24.9	25.0~29.9	30.0~
7	0~6.9	7.0~15.9	16.0~24.9	25.0~29.9	30.0~
8	0~6.9	7.0~15.9	16.0~25.9	26.0~29.9	30.0~
9	0~6.9	7.0~15.9	16.0~25.9	26.0~29.9	30.0~
10	0~6.9	7.0~15.9	16.0~25.9	26.0~29.9	30.0~
11	0~6.9	7.0~15.9	16.0~25.9	26.0~29.9	30.0~
12	0~6.9	7.0~15.9	16.0~24.9	25.0~29.9	30.0~
13	0~6.9	7.0~15.9	16.0~24.9	25.0~29.9	30.0~
14	0~6.9	7.0~14.9	15.0~24.9	25.0~28.9	30.0~
15	0~7.9	8.0~14.9	15.0~23.9	23.0~28.9	29.0~
16	0~7.9	8.0~15.9	16.0~23.9	24.0~27.9	28.0

年齡/歲	偏瘦	標準	警惕	偏胖	肥胖
17	0~8.9	9.0~15.9	16.0~22.9	23.0~27.9	28.0
18~39	0~10.9	11.0~16.9	17.0~21.9	22.0~26.9	27.0
40~59	0~11.9	12.0~17.9	18.0~22.9	23.0~27.9	28.0
60~99	0~13.9	14.0~19.9	20.0~24.9	25.0~29.9	30.0

女性

年齡/歲	偏瘦	標準	警惕	偏胖	肥胖
6	0~7.9	8.0~15.9	16.0~24.9	25.0~28.9	29.0~
7	0~8.9	9.0~16.9	17.0~24.9	25.0~29.9	30.0~
8	0~9.9	10.0~17.9	18.0~25.9	26.0~30.9	31.0~
9	0~9.9	10.0~18.9	19.0~27.9	28.0~31.9	32.0~
10	0~10.9	11.0~19.9	20.0~28.9	29.0~32.9	33.0~
11	0~12.9	13.0~21.9	22.0~30.9	31.0~34.9	35.0~
12	0~13.9	14.0~22.9	23.0~31.9	32.0~35.9	36.0~
13	0~14.9	15.0~24.9	25.0~33.9	34.0~37.9	38.0~
14	0~16.9	17.0~25.9	26.0~34.9	35.0~38.9	39.0~
15	0~17.9	18.0~26.9	27.0~35.9	36.0~39.9	40.0~
16	0~18.9	19.0~27.9	28.0~36.9	37.0~40.9	41.0
17	0~19.9	20.0~27.9	28.0~36.9	37.0~40.9	41.0
18~39	0~20.9	21.0~27.9	28.0~34.9	35.0~39.9	40.0
40~59	0~21.9	22.0~28.9	29.0~35.9	36.0~40.9	41.0
60~99	0~22.9	12.0~29.9	30.0~36.9	37.0~41.9	42.0

## 去脂体重

### 定义

体重减去脂肪量的重量。

### 算法参数-去脂体重

体重减去脂肪量的重量。

- 分度值：0.1Kg
- 标准指标：无

## 蛋白质

### 定义

蛋白质是含氮的固态物质，存于人体所有细胞内，参与构成细胞成分。  
蛋白质和水一样是身体的主要成分，也是组成肌肉量的主要成分。  
蛋白质与细胞内水分直接相关，所以人体缺乏蛋白质会引起细胞内水分减少，间接表明细胞营养不良。

### 算法参数-蛋白质率 **ProteinRate**

蛋白质占人体总重量的百分比。

- 分度值：0.1K%
- 标准指标：算法返回标准列表[ 16.0、18.0 ]

	偏低	标准	优秀
区间	<b>ProteinRate</b> < 16.0%	16.0% ≤ <b>ProteinRate</b> < 18.0%	18.0% ≤ <b>ProteinRate</b>
Tips			

## 肌肉

### 定义

肌肉量是保持姿势及维持心脏跳动的组织。肌肉是保持体温及身体动作而制造能量的组织，有非常重要的作用。

## 算法参数-肌肉量 MuscleKg

并非平时理解的骨骼肌和肌肉，是指人体成分中的瘦组织群，包含骨骼肌、平滑肌和水分量的值。

- 分辨率 0.1Kg
- 标准指标：算法返回标准列表[ $x$ 、 $y$ ]

$x$ 、 $y$ 为根据输入的人群自动计算返回正常范围内最小值 $x$ ,最大值 $y$ ，无法表格量化

	不足	标准	优秀
区间	MuscleKg < $x$	$x \leq$ MuscleKg < $y$	$y \leq$ MuscleKg
Tips			

## 算法参数-肌肉率 MuscleRate

肌肉量占总体重的比例。

- 分辨率 0.1%
- 标准指标：无

## 骨骼肌

### 定义

骨骼肌是附于骨骼上的肌肉。也就是我们通常理解的肌肉量。

## 算法参数-骨骼肌量 **SkeletalMuscleKg**

体内骨骼肌的总重量。  
骨骼肌可通过锻炼增加。

- 分度值：0.1Kg
- 标准指标，算法返回标准列表[ 20、35 ]

	偏低	标准	优秀
区间	$\text{SkeletalMuscleKg} < 20.0$	$20.0 \leq \text{SkeletalMuscleKg} < 35.0$	$35.0 \leq \text{SkeletalMuscleKg}$
Tips			

## 骨量

### 定义

骨量指示体内骨骼的总量，即骨骼矿物质水平，如钙等。由骨矿物质的重量，可推估骨质密度的好坏。  
骨量在成长期积累，之后进入维持期。骨头和肌肉的关系非常密切。

## 算法参数-骨量 **BoneKg**

体内骨骼的重量。  
过瘦或是运动不足将造成骨量减少。用适当的运动和均衡的饮食一起维持肌肉、骨骼的增长吧！

- 分度值：0.1Kg
- 标准指标：算法返回标准列表[ **x**、**y** ]

x、y 为根据输入的人群自动计算返回正常范围内最小值 x, 最大值 y，无法表格量化

	不足	标准	优秀
区间	<b>BoneKg</b> < x	x ≤ <b>BoneKg</b> < y	y ≤ <b>BoneKg</b>
Tips			

## 皮下脂肪

### 定义

人体**脂肪**组织根据其存有部位可分为**内脏脂肪**、皮下脂肪和肌肉间脂肪。皮下脂肪是腹部皮下和肌肉发达部位的皮下存储的脂肪。

### 算法参数-皮下脂肪率 **BodyFatSubCutRate**

皮下脂肪重量的占整个身体重量的百分比。

- 分度值：0.1%
- 范围：10.0%~60.0%
- 标准指标，算法返回标准列表
  - 女性[ **18.5**、**26.7** ]
  - 男性[ **8.6**、**16.7** ]

	不足	标准	偏高
区 间- 女	<b>BodyFatSubCutRate</b> < 18.5	18.5 ≤ <b>BodyFatSubCutRate</b> < 26.7	26.7 ≤ <b>BodyFatSubC</b>

	不足	标准	偏高
区间-男	$\text{BodyFatSubCutRate} < 8.6$	$8.6 \leq \text{BodyFatSubCutRate} < 16.7$	$16.7 \leq \text{BodyFatSubCutRate}$
Tips			

算法参数-皮下脂肪量 **BodyFatSubCutKg**

皮下脂肪的重量。

- 分度值:0.1Kg
- 标准指标: 无

身体类型

定义

根据肌肉量、体脂率等综合判断测试人员体型。

算法参数-身体类型

根据肌肉量、体脂率等综合判断测试人员体型。

体脂率判定	肥胖	浮肿肥胖型	肥胖型	胖且结实型
	+标准	运动不足型	标准	肌肉型
	-标准	偏瘦型	偏瘦肌肉型	多肌肉型
	瘦			
		肌肉量判定		



- 标准指标：无

## 基础代谢

### 定义

为了各种各样的活动(呼吸、心脏的跳动、保持体温、ETC 等)而消耗的能量。也就是为了生存最低限度必须的能量。包括呼吸系统、循环系统、神经系统、肝脏等器官在身体、精神安静状态下的活动消耗。

### 算法参数-基础代谢

基础代谢是指人在休息状态下维持基本生命功能所消耗的最低能量。  
一天的总消费能量包括基础代谢量、生活活动代谢量(日常家务等活动)和DIT(吃饭诱导性身体发热=咀嚼消化、吸收、代谢等吃饭的同时消费的能量)。  
其中，基础代谢量占消费能量的70%。

- 分度值：1Kcal
- 标准指标：算法返回标准列表[ x ]

x为根据输入的人群自动计算返回达标值 x，无法表格量化

不足(不含 x)	达标(含 x、y)
~x	x~y

- 标准指标：无

## 身体得分

### 定义

健康评分指标能够让受试者对自己的体成分状况有一个综合的理解。

## 算法参数-身体得分 BodyScore

根据各种身体指标范围悠健得出的身体综合得分。

- 分度值：1分
- 标准指标：无

## 身体年龄

### 定义

医学及生物学无此项定义，身体年龄是根据身体指标，悠健得出的身体年龄倾向。比如代谢高、肌肉量多则身体年龄更年轻。

## 算法参数-身体年龄

根据身体指标，悠健得出的身体年龄倾向。

- 分度值：1岁
- 标准指标：无

## 运动消耗

### 定义

依据输入的各项参数，计算待测人员每 30min 运动消耗量。

如何使用运动消耗参数：

1. App 列出运动项目，用户选择切实可行的运动项目
2. 运动 30 分钟后可以计算所消耗的卡路里量
3. 选择一周 7 天要进行的运动项目
4. 计算一周所消耗的所有能量
5. 使用以下公式估计一个月预期将减少的体重总量  
一个月预期减轻的体重总量(1 月=4 周)

$$\text{减少重量/kg} = \text{能量消耗总值(大卡/周)} * 4 / 7700$$

eg:

A用户每周进行的运动项目及时间如下：

- 慢跑=394Kcal(单位：197Kcal/30min,时间：60min)
- 游泳=197Kcal(单位：197Kcal/30min, 时间：30min)
- 网球=281Kcal(单位：169Kcal/30min,时间：80min)

周消耗总量=394+197+281=872

约减轻重量 $\approx 872 * 4 / (7700) = 0.45\text{Kg}$

## 算法参数-各项运动消耗量

1.

步行 Walking	慢跑 Jogging	自行车 Bicycle	游泳 Swim
乒乓球 TableTennis	网球 Tennis	足球 Football	击剑 OrientalFencing
壁球 Squash	跆拳道 Taekwondo	弹力球 RacketBall	篮球 Basketball

## 身体质量指数

### 定义

公式为  $BMI = \text{体重(Kg)} / (\text{身高} \times \text{身高})$ , BMI 主要用于估算肥胖度, 它被用在内科学、食品科学及运动医学等研究领域作为诊断肥胖的重要指标。不过, 该指标的使用范围有限, 不能用于肌肉发达的成年人、儿童、65 岁以上的老人, 或是孕妇。BMI 不直接量测身体脂肪含量, 但研究表明其与人体脂肪含量具有相关性。

## 算法参数-身体质量指数 BMI

BMI 国际组织衡量人体肥胖的标准, BMI 作为衡量肥胖的主要手段已广泛应用于普通医学、饮食和运动医学领域。但 BMI 的缺陷在于他不适于运动员等类似肌肉量较高的人群。

- 分度值: 0.1
- 标准指标, 参考 WHO 中 BMI 标准, 算法返回标准列表[ 18.5、25.0、30.0 ]

	瘦	标准	偏胖	肥胖
区间	$BMI < 18.5$	$18.5 \leq BMI < 25.0$	$25.0 \leq BMI < 30.0$	$30.0 \leq BMI$
Tips				

## 内脏脂肪

### 定义

人体脂肪组织根据其存有部位可分为内脏脂肪、皮下脂肪和肌肉间脂肪。内脏脂肪只处于内脏组织之间的脂肪。

## 算法参数-内脏脂肪等级 VFAL

体成分分析仪一般内脏脂肪等级描述内脏脂肪情况。  
从医学上讲, 进行腹部 CT 拍片得出的内脏脂肪实测值超过  $100\text{cm}^2$  时, 容易引起糖

尿病，高血脂、高血压等各种不良生活习惯造成的疾病。等级 10 即相当于 100cm<sup>2</sup> 的内脏脂肪。

- 即使体脂肪率低也有内脏脂肪等级高的情况。
- 关于医学上的诊断请咨询专业医生。

- 分度值：1
- 范围：1~50
- 标准指标，算法返回标准列表[ 10、15 ]

	标准	警惕	危险
等级	$\text{VFAL} < 10$	$10 \leq \text{VFAL} < 15$	$15 \leq \text{VFAL}$
Tips	暂时无需担心，请继续保持均衡的饮食和适量的运动	请以标准体重为目标，在进行适量运动的同时，限制食物热量的摄入。	请积极地进行运动和严格控制饮食。医学上的诊断请咨询专业医生。