

不同海拔老年人6分钟步行距离及其与握力的关系

殷瞳瞳¹ 王丽¹ 程俊瀚^{2,3} 郝莹^{2*}

1. 苏州大学苏州医学院护理学院 江苏 苏州 215006

2. 西北师范大学体育学院 甘肃 兰州 730070

3. 陇东学院体育学院 甘肃 庆阳 745000

摘要:目的:测试不同海拔地区60~74岁老年人6分钟步行距离(6MWD)及其与握力的关系。方法:选取长期居住在高原、亚高原及平原的老年人共937例,对所有受试者进行6MWD和握力测试并分析相关性。结果:平原男性受试者6MWD平均值为(549.18±9.63)m,显著高于高原受试者的(462.08±6.89)m及亚高原受试者的(473.77±9.75)m;女性老年人结果与此一致。此外,男性和女性不同年龄段老年人结果也与此一致。相关性分析发现,不同海拔老年人6MWD与握力、握力/体重、握力/BMI值均呈正相关(平原中r均大于0.35;亚高原中r为0.25~0.28;高原中r为0.16~0.21)。结论:平原地区男性和女性老年人以6MWD为代表的有氧耐力水平平均高于亚高原与高原老年人,且6MWD和握力之间存在一定的相关性,且在平原地区相关性最高。

关键词:6分钟步行;握力;海拔;老年人

中国人口老龄化现象日益加剧,衰老不可避免。在身体衰老的同时,通常会伴随肌肉功能、运动能力和身体功能水平下降,其中身体功能是老年生活质量的主要决定因素之一。6分钟步行试验(6 minute walk test,6MWT)是评估老年人身体功能的指标之一,是指在特定的环境中,测量病人在6min之内步行的距离(6 minute walk distance,6MWD)^[1],以此来衡量被观察者的运动耐力状态,以及心肺耐力状态^[2]。美国心脏协会(American Heart Association, AHA)颁布的《2022年AHA/ACC/HFSA心力衰竭管理指南》、欧洲心脏协会(EuroPan Society of Cardiology,ESC)颁布的《急慢性心力衰竭诊断和治疗指南》及中华医学会心血管病学分会发布的《中国心力衰竭诊断和治疗指南》中均明确将6MWD作为心功能评定的一项指标^[3-5]。但6MWT测试时间较长、场地要求较高,且测试方法不够便利^[6-8]。此外,对于行走不便的老年人来说,6MWT的应用具有局限性^[9]。

研究发现,外周肌肉力量会显著影响6MWT的水平^[9-12],而握力作为临床和研究中最简单和最常见的肌肉力量测

量方法^[13],可以有效、可靠地反映肌肉力量大小。握力的评估指标包括绝对握力和相对握力两种。绝对握力即握力计测量所得数值,反映的是机体的绝对力量(一般所称的握力指的多为绝对握力);而相对握力可由握力/体质指数(Body Mass Index,BMI)或者握力体重指数(即握力/体重)表示,反映的是机体的相对力量^[14]。在本研究中,我们考虑到体重对于绝对握力的影响,同时评估了绝对握力和相对握力^[15,16]。

目前,由于不同地区老年群体资料收集不易,针对不同海拔老年人6MWT及握力水平的对比研究鲜见报道。高原地区低温、干燥、高寒、缺氧,高原环境下人体产生的生理变化和亚高原、平原环境下有所不同^[17,18]。因此,本研究旨在了解不同海拔地区老年人的6MWT水平,通过测量受试者握力,观察不同海拔地区6MWT距离与握力之间的相关关系,为安全、高效地评估不同海拔地区老年人群体能水平提供参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象

不同学科对于高原、亚高原的定义迥然不同。地理学科将海拔500m以上且地面较为平缓的高地定义为高原。在医学上,高原是指使人体产生明显生物学效应的海拔3000m以上的地域^[19]。国内外研究通常将海拔500~1500m的高原环境称为“低高原”,将海拔1500~3000m的高原环境称为“中高原”,将海拔3000m以上高原环境称为“高高原”^[20-25]。综合以上各分类方法,以及国内外学者研究的报道,从运动医学的角度出

通信作者:郝莹,通讯地址:甘肃省兰州市安宁区西北师范大学;Email:haoying@nwnu.edu.cn

第一作者简介:殷瞳瞳,2000.03,女,汉族,江苏南通,硕士研究生在读,运动与康复方向

通讯作者简介:郝莹,1984.02,女,汉族,河南巩义,西北师范大学,副教授,运动干预与健康促进

基金项目:国家社会科学基金项目(21B7Y078)

发,并结合研究对象的区域特点,本研究将海拔在1800m及以上的地区定义为高原,而海拔高度在500~1800m之间的地区应该被定义为亚高原^[23,26-28]。

本研究以世居高原、亚高原、平原老年人为研究对象,招募长期居住在2261m高原(西宁市)、1520m亚高原(兰州市)及4m平原(苏州市)的老年人(60~74岁)作为调查对象。

纳入标准:①年龄60~74岁;②意识清楚,有一定交流沟通能力;③常年居住的本地人;④知情同意,自愿加入本研究。排除标准:①存在严重的心血管疾病或处于疾病急性期等参加体能测试可能存在较大风险者,如急性心梗、房室传导阻滞、支架植入术后等;②身体关键部位尤其关节有明显疼痛影响其行走者。

1.2 研究方法

本研究属于横断面调查性研究,采用便利抽样的方法收集受试者基本信息(包括姓名、年龄、性别、身高、体重),并测量6MWT总距离及握力。测试当天,要求受试者穿着舒适衣服和防滑舒适的鞋子,测试均在餐后0.5h后进行,且受试者在测试当天均未有其他任何剧烈运动,测试前测试对象静坐休息至少10min。

1.3 观察与测试指标

(1) 6MWT距离:6MWT严格遵照美国胸科协会(American Thoracic Society,ATS)发表的指导原则来进行。具体测试方法为,受试者充分热身后,沿着一条长30m硬质地面、长而直的平坦走廊进行行走,每3m处放置圆锥形路标作为标记,在地上用色彩鲜艳的条带标出起点线。研究人员指导受试者尽其最大能力快步连续行走6min,但不允许小跑或者跳跃。第6分钟时结束测试,记录以m为单位,保留整数。

(2) 握力:高原和亚高原地区受试者握力测试采用LK-T5076握力计;平原地区受试者利用Jamar握力计(Jamar #563213)进行测试。左右手各测试2次,记录所有成绩,取最大值。以kg为单位,保留小数点后一位。有研究指出^[29],液压式握力计和弹簧式握力计测量社区

中老年人群的握力值系统误差较小,一致性较好。因此本研究中使用Jamar握力计和LK-T5076数字握力测试仪测量的数据可以用来比较差异。

(3) 统计学方法

采用SPSS26.0版统计学软件进行数据分析。分类变量资料用频数及百分比 $n(\%)$ 表示。符合正态分布的数值变量资料,采用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示;偏态分布的数值变量采用中位数和四分位间距 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示。根据数值变量数据是否符合正态分布,使用单因素方差分析或Kruskal-Wallis检验对基本资料进行差异分析。若年龄有差异,则采用协方差分析比较三组间的握力及6MWT的差异。采用Pearson相关性检验对不同海拔地区受试者的6MWT与握力进行相关性分析。所有结果以 $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料、握力指标及6MWT比较

(1) 男性和女性老年人一般资料、握力指标及6MWT比较

在男性老年人中,不同海拔老年人年龄、身高存在显著差异,体重、BMI组间差异均无统计学意义。平原老年人年龄显著高于高原老年人,身高显著低于亚高原老年人。校正年龄后,三组受试者握力/体重、握力/BMI组间差异均无统计学意义,而握力、6MWT的组间差异有统计学意义。平原老年人6MWT距离显著高于高原及亚高原老年人,握力显著低于亚高原老年人,详见表1。

在女性老年人中,不同海拔老年人年龄、身高、体重、BMI存在显著差异。平原老年人年龄显著高于高原及亚高原,身高显著低于亚高原老年人,体重、BMI显著低于高原老年人。校正年龄后,三组受试者握力组间差异均无统计学意义,而握力/体重、握力/BMI、6MWT的组间差异有统计学意义。平原老年人6MWT距离显著高于高原及亚高原老年人,握力/体重、握力/BMI显著高于亚高原老年人,详见表1。

表1 不同性别老年人一般资料、握力指标及6MWT比较($\bar{x}\pm s$)

	男性($n=370$)			女性($n=567$)		
	高原($n=184$)	亚高原($n=91$)	平原($n=95$)	高原($n=334$)	亚高原($n=118$)	平原($n=115$)
年龄(岁)	66.20±4.23*	67.42±4.32	68.12±3.78	64.67±4.00*	64.77±4.27*	67.07±4.21
身高(m)	1.69±0.06	1.70±0.05*	1.68±0.63	1.58±0.05	1.59±0.06*	1.57±0.61
体重(kg)	69.86±10.28	70.20±9.40	67.52±9.55	60.88±8.06*	60.06±7.98	58.22±9.79
BMI(kg/m ²)	24.39±3.03	24.26±2.79	24.01±3.04	24.48±2.80*	23.90±2.89	23.68±3.33
握力(N) [#]	36.78±0.54	38.78±0.76*	35.89±0.75	21.80±0.26	22.32±0.43	22.60±0.45
握力/体重 [#]	0.53±0.01	0.56±0.01	0.54±0.01	0.36±0.01*	0.38±0.01	0.39±0.01

续表:

	男性 (n = 370)			女性 (n = 567)		
	高原 (n = 184)	亚高原 (n = 91)	平原 (n = 95)	高原 (n = 334)	亚高原 (n = 118)	平原 (n = 115)
握力/BMI [#]	1.52±0.02	1.62±0.04	1.52±0.03	0.90±0.01*	0.95±0.02	0.97±0.02
6MWT (m) [#]	462.08±6.89*	473.77±9.75*	549.18±9.63	456.26±5.25*	438.93±8.80*	524.84±9.44

注: [#]: 校正年龄后; *: 与平原相比, P < 0.05。

(2) 年龄分组后男性老年人在三个海拔高度地区的一般资料、握力指标及6MWT比较

在60~64岁男性老年人中, 不同海拔老年人年龄、身高、体重、BMI、握力、握力/体重、握力/体重指数组间差异均无统计学意义; 而6MWT的组间差异有统计学意义。平原老年人6MWT距离平均值显著高于高原及亚高原老年人, 详见表2。

在65~69岁男性老年人中, 不同海拔老年人年龄、身

高、体重、BMI、握力/体重、握力/体重指数组间差异均无统计学意义; 而握力、6MWT的组间差异有统计学意义。平原老年人6MWT距离平均值显著高于高原及亚高原老年人, 而握力平均值显著低于亚高原老年人, 详见表2。

在70~74岁男性老年人中, 不同海拔老年人年龄、体重、BMI、握力、握力/体重、握力/体重指数组间差异均无统计学意义; 而身高、6MWT的组间差异有统计学意义。平原老年人身高平均值显著低于亚高原老年人, 6MWT距离平均值显著高于高原及亚高原老年人, 详见表2。

表2 不同年龄段男性老年人在三个海拔高度地区的一般资料、握力指标及6MWT比较 ($\bar{x} \pm s$)

	60~64岁男性 (n=116)			65~69岁男性 (n=123)			70~74岁男性 (n=131)		
	高原 (n = 75)	亚高原 (n = 25)	平原 (n = 16)	高原 (n = 51)	亚高原 (n = 28)	平原 (n = 44)	高原 (n = 58)	亚高原 (n = 38)	平原 (n = 35)
年龄 (岁)	61.91±1.44	61.68±1.49	61.94±1.48	66.71±1.32	66.86±1.38	67.32±1.51	71.31±1.47	71.61±1.44	71.94±1.33
身高 (m)	1.69±0.05	1.70±0.05	1.69±0.06	1.70±0.06	1.72±0.05	1.69±0.06	1.68±0.06	1.69±0.06*	1.65±0.07
体重 (kg)	69.32±10.56	67.52±8.81	68.71±6.55	72.92±9.30	73.91±8.38	68.72±9.32	67.88±10.31	69.23±9.86	65.51±10.81
BMI (kg/m ²)	24.20±3.20	23.43±3.03	24.07±2.15	25.07±2.63	24.99±2.26	24.07±3.07	24.03±3.11	24.26±2.90	23.91±3.40
握力 (N)	37.24±8.25	39.85±7.66	39.86±4.53	38.72±7.77	40.28±6.86*	35.64±5.47	35.22±7.96	36.67±6.07	33.49±6.31
握力/体重	0.54±0.13	0.59±0.11	0.58±0.07	0.54±0.11	0.55±0.11	0.53±0.11	0.52±0.11	0.54±0.09	0.52±0.09
握力/BMI	1.56±0.38	1.72±0.37	1.67±0.24	1.56±0.32	1.63±0.32	1.51±0.32	1.48±0.34	1.53±0.28	1.41±0.25
6MWT (m)	491.73±104.38*	489.52±99.65*	588.93±42.07	445.44±96.76*	476.44±100.80*	545.76±71.15	447.86±97.04*	457.71±96.08*	524.37±67.35

注: *: 与平原相比, P < 0.05。

(3) 年龄分组后女性老年人在三个海拔高度地区的一般资料、握力指标及6MWT比较

在60~64岁女性老年人中, 不同海拔老年人年龄、身高、体重、BMI、握力、握力/体重、握力/体重指数组间差异均无统计学意义; 而6MWT的组间差异有统计学意义。平原老年人6MWT距离平均值显著高于高原老年人, 高原老年人6MWT距离平均值显著高于亚高原老年人, 详见表3。

在65~69岁女性老年人中, 不同海拔老年人年龄、身

高、体重、BMI、握力、握力/体重、握力/体重指数组间差异均无统计学意义; 而6MWT的组间差异有统计学意义。平原老年人6MWT距离平均值显著高于高原老年人及亚高原老年人, 详见表3。

在70~74岁女性老年人中, 不同海拔老年人年龄、身高、BMI、握力组间差异均无统计学意义; 而体重、握力/体重、握力/体重指数及6MWT的组间差异有统计学意义。平原老年人6MWT距离平均值显著高于高原老年人, 握力/体重、握力/BMI显著高于高原老年人, 6MWT距离平均值显著高于高原及亚高原老年人, 详见表3。

表3 年龄分组后女性老年人在三个海拔高度地区的一般资料、握力指标及6MWT比较 ($\bar{x} \pm s$)

	60~64岁女性 (n = 282)			65~69岁女性 (n = 176)			70~74岁女性 (n = 109)		
	高原 (n = 181)	亚高原 (n = 64)	平原 (n = 37)	高原 (n = 107)	亚高原 (n = 33)	平原 (n = 36)	高原 (n = 46)	亚高原 (n = 21)	平原 (n = 42)
年龄 (岁)	61.63±1.47	61.45±1.52	62.05±1.37	66.58±1.28	66.70±1.33	66.89±1.09	72.20±1.47	71.86±1.53	71.64±1.54
身高 (m)	1.58±0.06	1.59±0.06	1.59±0.06	1.58±0.05	1.57±0.06	1.57±0.06	1.57±0.05	1.58±0.05	1.55±0.06
体重 (kg)	61.11±8.23	61.11±8.26	62.14±8.94	60.73±8.02	58.07±7.48	57.76±10.77	60.33±7.58*	60.00±7.61	55.18±8.58
BMI (kg/m ²)	24.54±2.75	23.99±2.70	24.63±2.93	24.40±2.92	23.51±3.03	23.49±3.79	24.42±2.79	24.20±3.30	23.01±3.11

续表:

	60~64岁女性 (n = 282)			65~69岁女性 (n = 176)			70~74岁女性 (n = 109)		
	高原 (n = 181)	亚高原 (n = 64)	平原 (n = 37)	高原 (n = 107)	亚高原 (n = 33)	平原 (n = 36)	高原 (n = 46)	亚高原 (n = 21)	平原 (n = 42)
握力 (N)	23.00±4.93	23.87±5.14	23.27±5.40	21.74±4.10	21.48±3.08	22.35±4.73	18.44±5.10	19.67±4.62	20.53±3.90
握力/体重	0.38±0.08	0.39±0.08	0.38±0.08	0.36±0.08	0.37±0.06	0.40±0.10	0.31±0.09*	0.33±0.08	0.38±0.09
握力/BMI	0.95±0.21	1.01±0.24	0.95±0.21	0.90±0.19	0.93±0.17	0.97±0.25	0.76±0.21*	0.82±0.19	0.91±0.22
6MWT (m)	473.85 ± 102.11 [#]	444.22 ± 71.49 [*]	531.25 ± 69.98	472.79 ± 112.15 [*]	456.18 ± 78.99 [*]	513.04 ± 54.24	367.70 ± 88.05 [*]	407.52 ± 109.89 [*]	501.40 ± 79.01

注: *: 与平原相比, $P < 0.05$; #: 与亚高原相比, $P < 0.05$ 。

2.2 6MWT与握力的相关分析

(1) 不同海拔老年人6MWT与握力的相关分析

表4 不同海拔老年人6MWT与握力的相关分析

			握力	握力/体重	握力/BMI
			r	P	r
6MWT	高原	r	.163**	.207**	.179**
		P	< 0.01	< 0.01	< 0.01
	亚高原	r	.252**	.259**	.274**
		P	< 0.01	< 0.01	< 0.01
	平原	r	.357**	.376**	.394**
		P	< 0.01	< 0.01	< 0.01

注: **: $P < 0.01$ 。

在三个不同海拔地区, 6MWT距离与握力、握力/体重、握力/BMI均呈显著相关性。这些相关性在平原地区

更高 (r值均大于0.35), 在亚高原 (r值约为0.25~0.28) 和高原地区 (r值约为0.16~0.21) 稍低, 详见表4。

(2) 不同性别老年人6MWT与握力的相关分析

表5 不同性别老年人6MWT与握力的相关分析

		握力		握力/体重		握力/BMI		
		r	P	r	P	r	P	
		6MWT	男	高原	.225**	< 0.01	.232**	< 0.01
亚高原	.243*			< 0.05	.207	0.050	.261*	< 0.05
平原	.323**			< 0.01	.310**	< 0.01	.373**	< 0.01
女	高原		.226**	< 0.01	.265**	< 0.01	.240**	< 0.01
	亚高原		.137	0.138	.189*	< 0.05	.186*	< 0.05
	平原		.298**	< 0.01	.321**	< 0.01	.339**	< 0.01

注: *: $P < 0.05$; **: $P < 0.01$ 。

在男性受试者中, 6MWT距离与握力、握力/体重、握力/BMI均呈显著相关性或相关性接近显著 ($P = 0.050$)。在女性受试者中, 平原地区和高原的地区受试者的6MWT距离与握力、握力/体重、握力/BMI均呈显著相关性; 亚高原地区受试者6MWT距离与握力无相关性 ($P = 0.138$), 而与握力/体重、握力/BMI呈显著相关性, 详见表5。

3 讨论

本研究对不同海拔高度的60~74岁老年人进行了6MWT测试和握力水平测试, 并对其握力水平和6MWT的相关性进行了分析。

Barcroft^[15]指出, 与平原相比, 高原地区世居人群的

体能水平较低。P.Cerretelli^[30]通过对登山运动员大腿中部CT数据分析发现, 6~8周低氧环境力量训练导致骨骼肌肥大的程度明显低于平原训练, 并且登山后运动员大腿肌肉横截面积比登山前减少了10%。这说明长期慢性缺氧环境有可能导致大腿力量降低, 从而对步行产生影响。有学者发现, 世居高原居民相对于高原新移民表现出较低的最大摄氧量 (VO_{2max})^[31], 而6MWT距离与摄氧量 (VO_2) 有较强的相关性 ($r = 0.549, P \leq 0.001$)^[11]。因此, 世居高原居民相对于低海拔居民可能表现出较低的6MWT距离。研究结果表明, 平原地区受试者6MWT距离显著高于高原及亚高原地区受试者6MWT距离, 与之前研究结果相一致。

本课题组成员曾调查过高原地区健康成人6MWT及

其与握力的关系,得出6MWT距离与握力呈显著正相关($r = 0.538, P < 0.01$)。Ponce等^[32]通过研究老年住院患者6MWT与握力的关系也发现6MWT与握力以及营养之间存在相关性关系。Enright等^[33]在2281名成年人中发现,6MWT距离与最大握力之间存在显著相关性。本研究结果显示,不同海拔老年人群的6MWT距离与握力指标存在显著的正相关,这与之前的研究结果相一致。而按性别分类后,在男性老年人中,6MWT距离与握力指标存在显著的正相关或相关性接近显著;在女性老年人中,除亚高原女性握力外,其余均有相关性。本研究中,亚高原女性6MWT距离与握力无显著相关性的原因可能以下两点:第一,本研究纳入的亚高原老年人相对较少,且根据总体相关性结果可知,亚高原及高原老年人6MWT与握力的相关性不及平原显著,因此在样本量较少情况下,相关性未得到充分体现;第二,握力受体重及BMI影响较大,从而影响相关性。

本研究中,平原女性老年人人体重小于亚高原,这可能是由于气候和产地的原因,高海拔地区居民喜食牛羊肉等高能量食物,且膳食中盐和食用油的摄入较高^[34,35],从而导致高原及亚高原人群体重较大。大量研究结果表明,长期生活在高海拔低氧地区的人,其身体的组织、器官等生理结构的老龄化现象出现较早^[36]。此外,研究表明,握力受体重及体质指数的影响^[37-40],因而在减小了体重、BMI对握力的影响后,出现平原女性老年人握力/体重、握力/BMI高于高原女性老年人。张世春^[41]对同地域不同海拔地区老年人群体质比较结果显示,海拔高度对身高无影响。朱琳琳等^[42]通过对青海省与辽宁省的老年人比较发现,低海拔地区老年人的身高明显高于高海拔地区。而本研究发现,在总体老年人及70~74岁男性老年人中,亚高原老年人身高均高于平原地区,这可能受地域差异和抽样所影响。

本研究欠缺与不足之处在于亚高原及平原纳入对象过少且收集的基本资料不够充分,在未来的研究中可考虑增大样本量、完善调查内容,进一步明确不同海拔地区6MWT与握力的关系。

综上所述,平原地区受试者6MWT距离最高。在三个不同海拔地区,6MWT距离与握力、握力/体重、握力/BMI均呈正相关性。这些相关性在平原地区更高,在亚高原和高原地区稍低。

参考文献

[1] 卜晓佳,梁涛.6分钟步行试验在慢性心力衰竭患者中的应用进展[J].中国心血管杂志,2014,19(02):158-60.
[2] 李欣宇.中医肺康复疗法对肺痹(肺肾亏虚,寒瘀阻络证)的6分钟步行试验的临床观察[D];长春中医药大学

学,2020.

[3] 中华医学会心血管病学分会心力衰竭学组,中国医师协会心力衰竭专业委员会,中华心血管病杂志编辑委员会.中国心力衰竭诊断和治疗指南2018[J].中华心血管病杂志,2018,46(10):760-89.

[4] PONIKOWSKI P, VOORS A A, ANKER S D, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the EuroPean Society of Cardiology (ESC). DeveloPed with the sPecial contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC [J]. Eur J Heart Fail, 2016, 18(8): 891-975.

[5] HEIDENREICH P A, BOZKURT B, AGUILAR D, et al. 2022 AHA/ACC/HFSA Guideline for the Management of Heart Failure: A RePort of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint CommiTTEE on Clinical Practice Guidelines [J]. Circulation, 2022, 145(18): e895-e1032.

[6] REYCHLER G, BOUCARD E, PERAN L, et al. One minute sit-to-stand test is an alternative to 6MWT to measure functional exercise Performance in COPD Patients [J]. Clin ResPir J, 2018, 12(3): 1247-56.

[7] BEAUMONT M, LOSQ A, PÉRAN L, et al. ComParison of 3-minute SteP Test (3MStePT) and 6-minute Walk Test (6MWT) in Patients with COPD [J]. CoPd, 2019, 16(3-4): 266-71.

[8] RENEAUD N, GERUS P, GUÉRIN O, et al. 6MWT on a new self-Paced treadmill system comPared with overground [J]. Gait Posture, 2022, 92: 8-14.

[9] 郑艺,陈丽霞,李清,等.老年人握力与六分钟步行试验结果相关性研究[J].中国临床保健杂志,2021,24(05):660-2.

[10] 潘世琴,张情,王丽,等.高原地区健康成人6分钟步行测试距离及其与握力的关系[J].中华物理医学与康复杂志,2020,42(2):178-81.

[11] ZHANG Q, LU H, PAN S, et al. 6MWT Performance and its Correlations with VO₂ and HandgriP Strength in Home-Dwelling Mid-Aged and Older Chinese [J]. Int J Environ Res Public Health, 2017, 14(5).

[12] 陆海林.社区中老年居民和脑卒中患者6分钟步行测试水平及其与握力和VO₂的关系研究[D];苏州大学,2017.

[13] XIE H, RUAN G, DENG L, et al. ComParison of absolute and relative handgriP strength to Predict cancer Prognosis: A ProsPective multicenter cohort study [J]. Clin Nutr, 2022, 41(8): 1636-43.

[14] 何秋枫.农村成年居民绝对握力及握力体重指数与

代谢综合征关系的研究[D];山东大学,2021.

[15]WEST J B. Barcroft's bold assertion: All dwellers at high altitudes are Persons of imPaired Physical and mental Powers [J]. *J Physiol*, 2016, 594(5): 1127-34.

[16]蔡旭旦,毛丽娟,张蓓,等.3周1550m亚高原训练对优秀青年男子越野滑雪运动员生理机能和身体成分影响研究[J].*中国体育科技*,2022,58(01):30-7.

[17]MALLET R T, BURTSCHER J, RICHALET J P, et al. ImPact of High Altitude on Cardiovascular Health: Current PersPectives [J]. *Vasc Health Risk Manag*, 2021, 17: 317-35.

[18]PARATI G, AGOSTONI P, BASNYAT B, et al. Clinical recommendations for high altitude exPosure of individuals with Pre-existing cardiovascular conditions: A joint statement by the EuroPeAn Society of Cardiology, the Council on HyPertension of the EuroPeAn Society of Cardiology, the EuroPeAn Society of HyPertension, the International Society of Mountain Medicine, the Italian Society of HyPertension and the Italian Society of Mountain Medicine [J]. *Eur Heart J*, 2018, 39(17): 1546-54.

[19]谢印芝,尹昭云,洪欣,等.试述高原医学基本名词术语的概念与定义[J].*高原医学杂志*,1998,(01):1-4.

[20]BAILEY D M, DAVIES B, ROMER L, et al. ImPlications of moderate altitude training for sea-level endurance in elite distance runners [J]. *Eur J APPL Physiol OccuP Physiol*, 1998, 78(4): 360-8.

[21]FOSS J L, CONSTANTINI K, MICKLEBOROUGH T D, et al. Short-term arrival strategies for endurance exercise Performance at moderate altitude [J]. *J APPL Physiol* (1985), 2017, 123(5): 1258-65.

[22]SCHOBERSBERGER W, LEICHTFRIED V, MUECK-WEYMANN M, et al. Austrian Moderate Altitude Studies (AMAS): benefits of exPosure to moderate altitudes (1,500-2,500 m) [J]. *SleeP Breath*, 2010, 14(3): 201-7.

[23]赵晋,孔垂辉.亚高原环境对运动训练的影响综述[J].*北京体育大学学报*,2005,(01):78-9+126.

[24]姚一鸣,邱俊强.18d亚高原训练对花样滑冰运动员生理机能及运动表现的影响[J].*北京体育大学学报*,2018,41(12):85-90.

[25]王刚,高炳宏,高欢,等.亚高原训练对不同高原训练经历男子赛艇运动员有氧运动能力的影响[J].*中国体育科技*,2015,51(04):42-8+85.

[26]邵继萍.亚高原环境对中长跑运动训练的影响及应对[J].*赤峰学院学报(自然科学版)*,2015,31(06):108-10.

[27]于涛,常芸,赵鹏,等.亚高原训练对中国优秀女子举重

运动员身体机能状态的影响[J].*体育科学*,2016,36(12):67-71.

[28]程俊瀚.世居高原、亚高原老年人体质健康特征分析及影响因素研究[D];西北师范大学,2020.

[29]武笑楚,邓一平,张天瑶,等.两种握力计测量社区中老年人握力值的一致性评价[J].*现代临床医学*,2022,48(05):321-3.

[30]CERRETELLI P. Muscle energetics and ultrastructure in chronic hyPoxia [J]. *ResPiration*, 1992, 59 SuPPI 2: 24-9.

[31]GE R L, CHEN Q H, WANG L H, et al. Higher exercise Performance and lower VO₂max in Tibetan than Han residents at 4,700 m altitude [J]. *J APPL Physiol* (1985), 1994, 77(2): 684-91.

[32]MARTiN-PONCE E, HERNáNDEZ-BETANCOR I, GONZáLEZ-REIMERS E, et al. Prognostic value of Physical function tests: hand griP strength and six-minute walking test in elderly hosPitalized Patients [J]. *Sci ReP*, 2014, 4: 7530.

[33]ENRIGHT P L, MCBURNIE M A, BITTNER V, et al. The 6-min walk test: a quick measure of functional status in elderly adults [J]. *Chest*, 2003, 123(2): 387-98.

[34]白雅敏,高荣涛,郭素玲,等.青海省农村居民膳食特点及对慢病防控意义的研究[J].*中国慢性病预防与控制*,2013,21(03):267-70.

[35]马福昌,周敏茹,岳建宁,等.青海省疾病监测点成年居民膳食结构和膳食特征分析[J].*营养学报*,2016,38(04):402-4.

[36]张鑫生.高原与老年人健康(续一)[J].*高原医学杂志*,1992,(04):52-6.

[37]马鑫,章亚平,谢波,等.ICU老年机械通气患者握力现状与影响因素分析[J].*中华护理杂志*,2022,57(03):279-84.

[38]吴振云,钮美娥,韩燕霞,等.稳定期慢性阻塞性肺疾病病人握力水平现状及其影响因素分析[J].*护理研究*,2018,32(19):3046-9.

[39]SHOZI S, MONYEKI M A, MOSS S J, et al. RelationshiPs between Physical activity, body mass index, waist circumference and handgriP strength amongst adults from the North West Province, South Africa: The PURE study [J]. *Afr J Prim Health Care Fam Med*, 2022, 14(1): e1-e11.

[40]赵苗苗,孙英贤,李觉.青少年握力与血压的相关性研究[J].*中华疾病控制杂志*,2020,24(06):686-90.

[41]张世春.青藏高原不同海拔地区老年人群体质状况的对比分析[J].*体育文化导刊*,2006,(06):60-2.

[42]朱琳琳,杨光,白翠瑾.海拔差异下的老年人体质特征比较研究[J].*军事体育进修学院学报*,2012,31(03):122-5.