

冬季游泳运动对心血管系统保护机制的作用

蒋鹏¹, 高迎春¹, 徐永胜^{2*}, 齐岩松^{2*}

1. 内蒙古自治区人民医院心血管内科, 呼和浩特 010017

2. 内蒙古自治区人民医院骨关节科(运动医学中心), 呼和浩特 010017

摘要 冬季冰雪运动与心血管系统的益处尚不明确。通过对37名长年进行冬季游泳运动(CWS)的非职业运动员与对照健康者进行统计分析,记录一般情况,测定身体成分及血脂的实验室检查,比较2组发现,同型半胱氨酸和ApoB/ApoA-1比值有显著差异,在CWS组中呈降低趋势;CWS组的体重指数(BMI)和体脂率(BF%)较对照组明显升高,呈超重趋势。在CWS组中,依据性别分为亚组分析,发现女性受试者的高密度脂蛋白(HDL)水平较男性升高、ApoB/ApoA-1比值与同型半胱氨酸水平均低于男性受试者。女性受试者虽然BMI正常,但BF%明显高于男性;与之相反的是内脏脂肪组织水平(VATL)与肌肉质量(MM)均明显低于男性受试者。长期冷适应导致抗氧化能力的增加,更能抵抗动脉粥样硬化,降低心血管风险。

关键词 冬季游泳运动;心血管风险;动脉粥样硬化;脂蛋白

20世纪80年代,Framingham研究发现,身体活动水平和心血管疾病风险呈负相关,季节的变化会导致身体活动水平的变化^[1]。随后的研究证实,气温、降水和日照时数等环境变化被认为会引起身体活动水平的季节性变化^[2]。在中国的部分地区,天气模式随着季节的变化而波动,活动水平会随季节

而变化。例如,在南方地区,由于夏季的炎热气候,身体活动在夏季可能会下降。而在北方地区,身体活动在寒冷多雪的冬季可能会减少。不同季节身体活动水平的波动可能会对健康相关的结果产生积极或消极的影响^[3]。

在大多数人群中,极端的环境问题与发病率和

收稿日期:2021-10-30;修回日期:2021-12-10

基金项目:国家自然科学基金项目(82172444,81960399);内蒙古自治区科技计划项目(2021GG0378)

作者简介:蒋鹏,副主任医师,研究方向为心血管疾病的介入治疗,电子信箱:jpr218@126.com;徐永胜(共同通信作者),主任医师,研究方向为运动医学临床与基础,电子信箱:dlxyf@163.com;齐岩松(通信作者),主治医师,助理研究员,研究方向为运动医学临床与基础,电子信箱:malaqinfu@126.com

引用格式:蒋鹏,高迎春,徐永胜,等.冬季游泳运动对心血管系统保护机制的作用[J].科技导报,2022,40(2):94-100;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2022.02.014

死亡风险有一定联系,但多数与温度相关的死亡归因于寒冷的影响^[4]。生活在寒冷的环境中一直被证明会增加心血管疾病的风险,这在很大程度上与血压升高和血栓形成有关^[5]。寒冷的温度可以激发交感神经活动,从而增加心脏的变时性、左心室壁剪切力和心肌耗氧量。据报告,特别是生活在暖冬地区的人群,温度低于18℃时,每降低1℃,全因死亡率增加的百分比要高于较冷地区。寒冷与交感神经激活增加有关,会促使心率、全身血管阻力、血压、去甲肾上腺素水平以及血管收缩肽水平升高^[6]。

地理位置分布的差异,导致四季的持续时间不同。在冬季漫长的地区,人们逐渐形成多样的冬季冰雪运动。秉承奥林匹克精神,世界各国于1924年第一次召开正式的冬季奥运会,在冬奥会的背景下,全民冬季体育锻炼得到大力开展。近些年,国外关于高山滑雪、冬季游泳等多项对照研究陆续公布后,通过颁布多项安全注意事项,已明显降低运动所致外伤和因短期接触寒冷天气导致的心血管风险^[7]。但研究发现,长期规律进行冬季冰雪运动的人群,身体多项指标较运动较少的人群有明显改善^[8]。另有文献报道,寒冷天气下采用常规、渐进和适应性模式的训练时,似乎会带来心血管益处^[9]。由此可见,体育活动研究中的季节性很重要,因为非应季性的研究可能会对受试人群健康造成一定影响。

本研究以对比长期参加冬季游泳运动(冬泳)的非职业运动员和健康对照组的一般情况,分析血脂、身体成分和同型半胱氨酸水平等心血管风险因素相关指标,进一步分析冬泳对心血管系统的保护机制。

1 数据来源及方法

1.1 数据来源

本研究与内蒙古体育局合作开展参与者招募研究计划,所有参与研究的个人均是内蒙古自治区呼和浩特市常住人口,既往连续5年坚持参加冬泳的非职业运动员,每年冬季平均每周活动2次,每次持续时间在30 min以上。入选标准包括40~65

岁,健康状况良好,目前未服用降脂药物,没有妨碍行走的身体限制,否认高血压、糖尿病及冠心病病史,除外被诊断出的精神障碍或抑郁症。对照组选择年龄匹配的健康个体,从未自愿参加任何形式的冬季户外运动。在进行相关实验室检查前,每名参与者均获得知情同意。

1.2 研究方法

经过电话联系完成评估调查。每位参与者均采用结构化问卷进行访谈,该问卷旨在获取基本信息,包括药物、饮食、体育活动和总体生活方式等方面的问题。

记录生命体征和身体成分测量,所有受试者在椅子上休息至少5 min,之后测量血压、心率,以及身高和体重(body mass, BM),以计算他们的体重指数(BMI)。使用生物电阻抗分析仪(BIA)(TANITA BC-418; TANITA, Tokyo, Japan)测量身体成分,受试者按照用户手册中标准要求站在平台上。当测量值稳定后,获得受试者的身体成分,包括脂肪量(FM)、体脂率(BF%)、内脏脂肪量(VATL)、游离脂肪量(FFM)、肌肉质量(MM)和全身含水量(TBW)。

采集空腹血样,测定总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白(HDL)、低密度脂蛋白(LDL)、甘油三酯(TG)、ApoB/ApoA-1比值(Apo:载脂蛋白)、同型半胱氨酸浓度水平。

为明确冬泳是否可以改善心血管危险因素,我们选择在第一次检查的45 d后,在人体适应冬季的寒冷气候后,对冬泳组进行随访调查,记录生命体征和身体成分测量,采集空腹血样进行对比分析。

2 统计分析

应用SPSS 22.0统计学软件进行结果分析。符合正态分布的连续变量表示为平均值±标准差,组间比较采用独立样本 t 检验进行;不符合正态分布的连续变量表示为中位数(25%位数,75%位数),组间比较采用非参数Mann-Whitney U 检验进行。所有检验以双侧 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3 结果

冬泳运动组(cold water swimming, CWS)共入组 37 名受试者, 男性 21 名。通过对比 CWS 组和健康对照组发现, 同型半胱氨酸和 ApoB/ApoA-1 比值有显著差异, 在 CWS 组中呈降低趋势(表 1); 但是, CWS 组的 BMI 指数和 BF% 较对照组明显升高, 呈超重趋势(表 2)。在 CWS 组中, 依据性别分为亚组进行分析发现, 女性受试者的 HDL 水平较男性升高, ApoB/ApoA-1 比值与同型半胱氨酸水平均低于男性受试者, 女性的心血管风险明显低于男性。女性受试者虽然 BMI 指数正常, 但 BF% 明显高于男性; 与之相反是 VATL 与 MM 均明显低于男性受试者(表 3)。45 d 后, 对 CWS 组随访, 与之前比较发现, 只有 ApoB/ApoA-1 比值有下降趋势(表 4)。

表 1 CWS 组与对照组的血脂、同型半胱氨酸结果

参数	CWS 组 N=37	对照组 N=32	P 值
年龄	51.2±8.1	54.7 ± 10.3	0.119
TC/(mmol·L ⁻¹)	4.89±1.06	5.42 ± 1.31	0.068
LDL/(mmol·L ⁻¹)	2.97±0.76	3.27 ± 0.69	0.093
HDL/(mmol·L ⁻¹)	1.46±0.36	1.49±0.31	0.714
TG/(mmol·L ⁻¹)	0.90(0.78~1.34)	1.10(0.86~1.39)	0.128
同型半胱氨酸/ (μmol·L ⁻¹)	9.3(8.4~10.9)	16.7(14.2~21.8)	0.015*
ApoB/ApoA-1	0.67±0.12	0.84±0.20	<0.001*

注:*表示 P<0.05; 数据表示为参数变量的均值±标准差和非参数变量的中位数。

表 2 CWS 组与对照组的身体成分结果

参数	CWS 组 N=37	对照组 N=32	P 值
BM/kg	67.47±13.68	67.18±15.78	0.935
BMI/(kg·m ⁻²)	27.98±7.61	24.67±4.78	0.032*
BF/%	27.52±8.29	22.16±8.22	0.009*
FM/kg	21.73±8.29	18.67±6.29	0.093
VATL	9.17±4.43	10.21±6.34	0.44
FFM/kg	53.46±10.04	55.47±9.12	0.39
TBW/kg	39.61±7.38	38.33±8.08	0.494
MM/kg	51.85±8.66	50.77±7.24	0.579

注:*表示 P<0.05; 数据表示为参数变量的均值±标准差和非参数变量的中位数。

表 3 CWS 组中根据性别进行亚组分析

参数	女性 N=16	男性 N=21	P 值
年龄	50.2±6.7	51.4±7.9	0.629
TC/(mmol·L ⁻¹)	4.58±0.75	4.79±1.16	0.509
LDL/(mmol·L ⁻¹)	2.62±0.41	2.89±0.84	0.208
HDL/(mmol·L ⁻¹)	1.45±0.37	1.18±0.08	0.011*
TG/(mmol·L ⁻¹)	0.92(0.78~1.01)	1.12(0.98~1.34)	0.154
同型半胱氨酸/ (μmol·L ⁻¹)	8.6(8.4~9.0)	9.9(9.8~10.9)	0.021*
ApoB/ApoA-1	0.47±0.19	0.73±0.31	0.003*
BM/kg	62.12±15.8	80.03±11.3	<0.001*
BMI/(kg·m ⁻²)	24.05±3.98	28.07±5.22	0.015*
BF%	31.89±3.92	24.14±4.91	<0.001*
FM/kg	20.89±7.45	22.01±8.01	0.667
VATL	6.76±2.02	9.76±3.84	0.004*
FFM/kg	52.76±9.34	54.87±8.63	0.482
TBW/kg	40.56±6.43	38.91±6.68	0.455
MM/kg	46.17±2.98	53.65±6.86	<0.001*

注:*表示 P<0.05; 数据表示为参数变量的均值±标准差和非参数变量的中位数。

表 4 CWS 组 45 d 后随访

参数	CWS 组 N=37		P 值
	0 d	45 d 后	
TC/(mmol·L ⁻¹)	4.89±1.06	4.83±1.16	0.817
LDL/(mmol·L ⁻¹)	2.97±0.76	2.89±0.71	0.641
HDL/(mmol·L ⁻¹)	1.46±0.36	1.48±0.28	0.79
TG/(mmol·L ⁻¹)	0.90(0.78~1.34)	0.91(0.76~1.34)	0.254
同型半胱氨酸/ (μmol·L ⁻¹)	9.3(8.4~10.9)	9.2(8.3~10.9)	0.451
ApoB/ApoA-1	0.67±0.12	0.61±0.13	0.043*
BM/kg	67.47±13.68	68.33±13.3	0.785
BMI/(kg·m ⁻²)	27.98±7.61	28.07±6.22	0.955
BF%	27.52±8.29	27.24±7.91	0.882
FM/kg	21.73±8.29	21.81±8.11	0.967
VATL	9.17±4.43	9.16±4.84	0.993
FFM/kg	53.46±9.04	54.67±8.63	0.558
TBW/kg	39.61±7.38	38.91±7.68	0.69
MM/kg	51.85±8.66	51.65±7.86	0.917

注:*表示 P<0.05; 数据表示为参数变量的均值±标准差和非参数变量的中位数。

4 结论

4.1 运动对心血管系统的影响

现代社会中, 动脉硬化导致的心血管疾病仍然是死亡的主要原因, 动脉硬化的原因可能是内皮功

能、血管平滑肌张力和血管壁结构的变化导致动脉壁弹性降低^[10]。在冬季,身体活动通常会减少,可能导致心血管危险因素恶化,如胆固醇水平和血压等,加重动脉硬化,进而出现心血管疾病死亡^[11]。另外,寒冷的温度会激发交感神经活性,从而增加心脏的变时性、左心室壁剪切力和心肌耗氧量。在一项为期 10 a 的大型纵向研究中,里尔-世卫组织的莫妮卡项目收集了 25.7 万名 25~64 岁男性的发病率数据。气温每降低 10℃,心肌梗死和心血管死亡率增加 11%,冠心病复发率增加 26%,在老年人群中观察到更明显的变化^[12]。增加锻炼可以降低患冠心病、糖尿病等慢性疾病的风险。在合并糖尿病的冠心病患者中,持续 6 个月的运动训练可以明显改善内皮功能和动脉硬化度^[13]。长时间运动训练可诱导抗氧化和抗炎作用,以及血流介导剪切应力,从而增加一氧化氮(NO)的释放和提高生物活性,促进平滑肌松弛,进而降低外周阻力,最终逆转血管壁的重塑,导致动脉僵硬度降低^[14]。研究表明,不同的运动强度对动脉硬化存在一定关系,只有在中等强度(50%VO_{2max})下进行 12 周有氧运动训练,才会产生血管舒张效应。例如 75%VO_{2max} 的训练可能导致氧化应激增加,25%VO_{2max} 的训练可能没有诱导足够的 NO 产生来改善血管舒张^[15]。越来越多的证据表明,在全世界范围内,运动对心血管疾病具有积极的保护作用,与运动时间相关,而与运动的类型无关。因此,《欧洲心血管疾病预防指南》以及当前世界卫生组织(World Health Organization, WHO)指南建议,每周至少进行 150 min 的中等强度活动,最好每天至少进行 30 min 的中等强度有氧活动,每周进行 2 次等距离运动,以实现脂质状态的最大积极影响,控制血糖和血压值^[7,16]。

4.2 冬泳对心血管系统的影响

早前一项研究发现,一组高胆固醇血症患者在 90 d 的冷适应后,总胆固醇和低密度脂蛋白水平发生显著降低^[17]。欧洲的一项研究同样证实,冬泳运动员的 ApoB/ApoA-1 比值和血浆同型半胱氨酸水平较低($P<0.05$)。进一步研究发现三碘甲状腺原氨酸(T₃)值较高,但促甲状腺激素(TSH)和其他甲

状腺激素无差异,提示冬泳运动员的抗氧化系统也发生了有利的变化^[18]。在本研究中,同样证实了一些心血管风险因素在 CWS 组的变化。首先,CWS 组中,同型半胱氨酸浓度较对照组明显降低,而在性别亚组分析中,女性较男性的同型半胱氨酸浓度有降低趋势,这与之前的研究结果类似^[19]。男性同型半胱氨酸水平往往高于女性,这可以用不同性别之间的脂肪游离量和雌二醇浓度的差异来解释。其次,在研究中,CWS 组与对照组间比较尚没有发现 TC、LDL、HDL、TG 的显著差异,但数据显示,在适应寒冷的受试者中,脂蛋白谱正在向“更健康”的方向转变。我们发现了 ApoB/ApoA-1 的显著变化,CWS 组中 ApoB/ApoA-1 明显更低($P<0.001$),在对 CWS 组进行 45 d 后的随访发现,ApoB/ApoA-1 有明显的下降趋势($P<0.05$)。与单独的脂蛋白(或载脂蛋白)水平相比,ApoB/ApoA-1 被反复描述为更好的心血管风险指标。另外,在性别亚组比较中发现,女性的 HDL 水平明显高于男性,提示女性延缓动脉粥样硬化机制明显强于男性。因此,心血管危险因素的改善趋势以及脂蛋白谱向“更健康”的转变,表明冷适应对心脏保护机制的积极作用,而适应性反应导致抗氧化能力的增加。尽管研究对象较少,限制我们的结论,但性别差异是典型的,间接反映男性患病率高于女性。

根据世卫组织 BMI 分类指南(WHO 全球体重指数数据库: BMI 分类, 2009), CWS 组被归为轻度超重类别, BMI 值范围较大($27.98\pm 7.61 \text{ kg/m}^2$), 只有男性超重($28.07\pm 5.22 \text{ kg/m}^2$), 女性在正常范围内($24.05\pm 3.98 \text{ kg/m}^2$)。在 CWS 的亚组分析中,与男性相比,女性受试者 BF% 多, MM 和 VATL 较少。CWS 组中 BMI 超重与我们的预期相反,文献报道,尽管 BMI 超重,但是研究对象的胰岛素敏感度与对照组相当,可能与积极的生活方式相关^[10]。进一步研究发现,女性组(BMI 小于 25 kg/m^2) 在持续冬泳后和年龄匹配的健康女性相比较,胰岛素敏感性的变化是明显的,提示这种积极的冬季运动可能是一种新的预防胰岛素抵抗相关疾病的策略,但这项变化仅限于非肥胖人群^[20]。研究同样证实冬泳显著提高胰岛素敏感性,降低胰岛素和瘦素浓度($P=$

0.006, $P=0.032$, $P=0.042$)^[21]。综合上述研究,提示经常冬泳可能会刺激代谢变化。

4.3 冬季冰雪运动对心血管系统的影响

一项关于健康非肥胖女性的基础瘦素和胰岛素敏感性的研究,对象为14名冬季经常在户外游泳的健康女性,经过连续7个月每周至少进行2次冷水游泳,发现反复冷水游泳显著增加胰岛素敏感性,降低胰岛素浓度和瘦素浓度($P=0.006$, $P=0.032$, $P=0.042$)。瘦素浓度与BMI、胰岛素水平呈正相关($r=0.412$, $r=0.868$)。胰岛素水平与胰岛素敏感性呈负相关,与葡萄糖呈正相关($r=-0.893$, $r=0.166$)。瘦素和胰岛素敏感性之间没有关联。笔者得出结论,经常在冷水中游泳可能会刺激新陈代谢的变化,这表明瘦素和胰岛素参与了健康非肥胖女性的适应性代谢机制,这些机制是由反复暴露在寒冷环境中并伴有轻度运动触发的^[20]。在另一项研究中,冬泳运动员血液中红细胞、白细胞和血小板计数显著增加(4.7%, $P=0.005$; 40.6%, $P<0.001$; 和25.0%, $P<0.001$)。笔者认为,白细胞总数的增加表明冷适应诱导的广泛反应性白细胞增多,而红细胞计数的增加与血红蛋白和红细胞压积的平行增加是由于冬泳引起的血液浓度增加。而血液浓度是由于交感神经系统的激活和随之而来的反应性血管收缩,导致血浆水份从血管内向血管外的转移引起的^[22]。还有研究证实,健康冬季游泳运动员的抗氧化系统发生积极的适应性变化,这些变化似乎提高了抗氧化系统的能力和效率,增强了抵抗力和耐受力,改善了人体对应激因素的准备和防御反应^[23]。

在欧洲,由于有丰富多样的冰雪运动,有学者比较了越野滑雪、室内自行车及高山滑雪3种冬季运动中,前两者由于更高的运动强度,诱导较高的血流介导剪切力,释放较高的NO,促使平滑肌更大地松弛,明显降低动脉硬化程度^[24]。而高山滑雪同样可以促进收缩压降低、静息心率降低,改善胰岛素抵抗和载脂蛋白A1/A2,降低交感神经活性。研究证实,在滑雪过程中,最高耗氧量(VO_{2max})的平均百分比为45%,平均心率为 HR_{max} 的77%,血乳酸值低于实验室测试时,促进了有氧和无氧努力的结

合^[25]。滑雪作为一种季节性的运动,可以提高运动能力和等长肌肉力量。这两种滑雪训练方式已被证明对老年人有效,以减少心血管危险因素和预防年龄相关的虚弱。

在过去和现代,人类的生活一直都与应激状态和氧自由基的释放密切相关。然而,适应性反应已经导致抗氧化能力的增加,在广泛意义上,冷适应可能也包括这种保护系统的变化。在本研究中,通过对身体成分、同型半胱氨酸和脂蛋白谱的观察发现,冷适应对心脏保护机制有积极作用。既往文献中,提出反复暴露在寒冷中会导致抗氧化系统适应轻度氧化应激。我们认为冷适应受试者更能抵抗动脉粥样硬化,然而,必须进行更广泛的研究以确认该结果。2022年北京冬奥会的到来,对冰雪运动发展起到强大的推动作用,冬季冰雪运动得到更广泛的推广和普及,势必对国人的健康有积极作用,进一步推进“健康中国”建设。

参考文献(References)

- [1] Dannenberg A L, Keller J B, Wilson P W, et al. Leisure time physical activity in the Framingham offspring study. Description, seasonal variation, and risk factor correlates [J]. American Journal of Epidemiology, 1989, 129(1): 76-88.
- [2] Matthews C E, Freedson P S, Hebert J R, et al. Seasonal variation in household, occupational, and leisure time physical activity: Longitudinal analyses from the seasonal variation of blood cholesterol study[J]. American Journal of Epidemiology, 2001, 153(2): 172-183.
- [3] Ockene I S, Chiriboga D E, Stanek E J 3rd, et al. Seasonal variation in serum cholesterol levels: Treatment implications and possible mechanisms[J]. Archive of Internal Medicine, 2004, 164(8): 863-870.
- [4] Gasparini A, Guo Y, Hashizume M, et al. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: A multi-county observational study[J]. Lancet, 2015, 386(9991): 369-375.
- [5] Park S, Kario K, Chia Y C, et al. HOPE Asia Network. The influence of the ambient temperature on blood pressure and how it will affect the epidemiology of hyperten-

- sion in Asia[J]. *Journal of Clinical Hypertension* (Greenwich, Conn), 2020, 22(3): 438–444.
- [6] The Euro Winter Group. Cold exposure and winter mortality from ischemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe[J]. *Lancet*, 1997, 349(9062): 1341–1346.
- [7] Piepoli M F, Hoes A W, Agewall S, et al. 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: The sixth joint task force of the European Society of Cardiology and other societies on cardiovascular disease prevention in clinical practice (constituted by representatives of 10 societies and by invited experts) developed with the special contribution of the European Association for Cardiovascular Prevention & Rehabilitation (EACPR)[J]. *European Journal of Preventive Cardiology*, 2016, 37(29): 2315–2381.
- [8] Rossi V A, Schmied C, Niebauer J, et al. Cardiovascular effects and risks of recreational alpine skiing in the elderly[J]. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2019, 22 (Suppl 1): 27–33.
- [9] Kralova L I, Rychlikova J, Vavrova L, et al. Could human cold adaptation decrease the risk of cardiovascular disease [J]. *Journal of Thermal Biology*, 2015, 52: 192–198.
- [10] O'Rourke M F, Hashimoto J. Mechanical factors in arterial aging: A clinical perspective[J]. *Journal of the American College of Cardiology*, 2007, 50(1): 1–13.
- [11] Newman M A, Petee K K, Storti K L, et al. Monthly variation in physical activity levels in postmenopausal women[J]. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2009, 41(2): 322–327.
- [12] Danet S, Richard F, Montaye M, et al. Unhealthy effects of atmospheric temperature and pressure on the occurrence of myocardial infarction and coronary deaths: A 10-year survey: The Lille-World Health Organization MONICA project (Monitoring trends and determinants in cardiovascular disease)[J]. *Circulation*, 1999, 100(1): E1–E7.
- [13] Sixt S, Beer S, Blüher M, et al. Long-but not short-term multifactorial intervention with focus on exercise training improves coronary endothelial dysfunction in diabetes mellitus type 2 and coronary artery disease[J]. *European Heart Journal*, 2010, 31(1): 112–119.
- [14] Seals D R, Edward F. Adolph distinguished lecture: The remarkable anti-aging effects of aerobic exercise on systemic arteries[J]. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md.:1985), 2014, 117(5): 425–439.
- [15] Goto C, Higashi Y, Kimura M, et al. Effect of different intensities of exercise on endothelium-dependent vasodilation in humans: Role of endothelium-dependent nitric oxide and oxidative stress[J]. *Circulation*, 2003, 108(5): 530–535.
- [16] World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health[R]. Geneva: WHO, 2010.
- [17] De Lorenzo F, Mukherjee M, Kadziola Z, et al. Central cooling effects in patients with hypercholesterolemia[J]. *Clinical Science*, 1998, 95(2): 213–217.
- [18] Lubkowska A, Dolegowska B, Szygula Z, et al. Winter-swimming as a building-up body resistance factor inducing adaptive changes in the oxidant/antioxidant status[J]. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 2013, 73: 315–325.
- [19] Christodoulakos G E, Lambrinouadaki I V, Rizos D A, et al. Endogenous sex steroids and circulating homocysteine in healthy Greek postmenopausal women[J]. *Hormones (Athens, Greece)*, 2006, 5(1): 35–41.
- [20] Gibas-Dorna M, Chęcińska Z, Korek E, et al. Variations in leptin and insulin levels within one swimming season in non-obese female cold water swimmers[J]. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 2016, 76(6): 486–491.
- [21] Gibas-Dorna M, Chęcińska Z, Korek E, et al. Cold water swimming beneficially modulates insulin sensitivity in middle-aged individuals[J]. *Journal of Aging and Physical Activity*, 2016, 24(4): 547–554.
- [22] Lombardi G, Ricci C, Banfi G. Effect of winter swimming on hematological parameters[J]. *Biochemia Medica (Zagreb)*, 2011, 21: 71–78.
- [23] Manolis A S, Manolis S A, Manolis A A, et al. Winter swimming: Body hardening and cardiorespiratory protection via sustainable acclimation[J]. *Current Sports Medicine Reports*, 2019, 18(11): 401–415.
- [24] Niebauer J, Müller E E, Schönfelder M, et al. Acute effects of winter sports and indoor cycling on arterial stiffness[J]. *Journal of Sports Science & Medicine*, 2020, 13, 19(3): 460–468.
- [25] Krautgasser S, Scheiber P, von Duvillard S P, et al. Physiological responses of elderly recreational alpine skiers of different fitness and skiing abilities[J]. *Journal of Sports Science & Medicine*, 2011, 10(4): 748–753.

The protective mechanism of winter swimming for the cardiovascular system

JIANG Peng¹, GAO Yingchun¹, XU Yongsheng^{2*}, QI Yansong^{2*}

1. Department of Cardiology, Inner Mongolia People's Hospital, Hohhot 010017, China

2. Department of Orthopedics (Sports Medicine Center), Inner Mongolia People's Hospital, Hohhot 010017, China

Abstract The benefits of winter sports on the cardiovascular system are still to be confirmed by researches. Through the statistical analysis of 37 nonprofessional athletes who have been engaged in winter swimming (CWS) for many years, along with the healthy controls, the general situation is recorded, as well as the laboratory examination of the body composition and the blood lipid. It is found that there are significant differences in homocysteine and ApoB/Apoa-1 ratio between the two groups, which show a downward trend in the CWS group; BMI index and BF% (body fat rate) in CWS group are significantly higher than those in the control group, showing a trend of overweight. The CWS group is divided into subgroups according to gender. It is found that the HDL level of female subjects is higher than that of men, and the ApoB/Apoa-1 ratio and the homocysteine level are lower than those of male subjects. Although the BMI index of female subjects is normal, the BF% is significantly higher than that of male subjects; In contrast, VATL (visceral adipose tissue level) and mm (muscle mass) are significantly lower than those in male subjects. Long term cold adaptation leads to the increase of the antioxidant capacity, better resistance to atherosclerosis, with reduced cardiovascular risk.

Keywords winter swimming; cardiovascular risk; atherosclerosis; lipoprotein ●



(责任编辑 傅雪)