

高海拔环境下的心肺健康对脑结构的影响

王治新

西藏大学教育学院 西藏拉萨 850000

摘要:高原训练已被广泛的应用,高原训练是指在运动训练周期中利用人工模拟或者在高原低氧的自然环境下,持续的或间断的低氧条件刺激,以提高运动能力。高原的低氧环境可以加强运动时身体缺氧的情况,使人适应这种现象,以激活潜力。而心肺健康水平是运动能力的最好外显表现。本文从高海拔运动训练和生理机制探讨了心肺健康对高海拔环境下大脑结构潜在的影响。

关键词:高海拔;脑结构;生理;心肺健康

环境是人类赖以生存和发展的物质基础和条件。自然环境会影响人的身心健康,例如,海拔高度、气候条件、空气质量等因素影响生理心理功能,尤其是高原环境直接而持久地影响这人类健康。

青藏高原平均海拔4500米,是世界上海拔最高的高原,有“世界屋脊”的美称。青藏高原占我国陆地总面积的26%,常住人口在1000万以上。高原特殊环境如,低氧、低气压、大风、干燥和高太阳辐射量等,尤其是低氧环境给人带来了诸多不适和影响。氧气是人类和绝大多数生物生存的必需的元素。大脑约占身体总重量的2%,但其耗氧量却占身体总耗氧量的20%,所以大脑对缺氧更为敏感。低氧暴露引起动脉血氧分压(Arterial Partial Pressure of Oxygen, PaO₂)降低,脑循环血流量随之发生相应改变,机体为了缓解这一压力会加快脑血流速度和扩张脑血管。当人体经历急性低氧暴露时,脑血流量(Cerebral Blood Flow, CBF)先降后升,之后暴露时间延长逐渐下降接近平原水平,主要是受动脉血氧分压和代偿性降低所致,形成原因是PaO₂回升而二氧化碳分压(Partial Pressure of Carbon Dioxide, PaCO₂)下降。具体到神经细胞上面,根据低氧的程度,神经元和神经胶质细胞会发生退行性改变或凋亡,严重低氧时可能出现脑水肿。低压是高原环境的另一大特点,低压会提高液体渗透,增强大脑白质信号,从而引起大脑白质损伤。

虽然我们和众多致力于高原的专家学者经过多年的努力以对高海拔影响有了较全面认识,但是随着移居者的不断增加,为我们如何更好地适应高原进行生产生活,提出了严峻的挑战。运动可能是解决这个问题的有效方式之一。营养的获得和能量的利用是神经元进行生命活动的必要前提。运动可以影响营养的供给和能量代谢,

从而影响神经元的生化反应。运动作为一种简单而广泛的娱乐和训练方式,可以激活和维持大脑可塑性的分子和细胞级联。

1 心肺

1.1 最大摄氧量

高海拔运动可以适应氧气运输和代谢的改变,可以通过多种机制提高表现。缺氧运动可以增加训练刺激,从而放大训练效果。高海拔降低了最大摄氧量,并减少了训练的工作负荷。一个人的最大摄氧量很大成分是遗传决定的,通过针对性训练可以使最大摄氧量小幅度的提高。

高原训练中最大摄氧量的增加明显大于平原训练。经过4周的高原训练,运动员的最大摄氧量和无氧阈值的相对值明显提高,有氧代谢能力明显增强。高原训练可以不同程度地提高自行车手的最大摄氧量。文献还发现,高原训练对提高耐力运动员的最大摄氧量有显著影响。但是位小龙等人的meta分析发现,在低氧干预后,低氧组和对照组的最大摄氧量没有显著差异。

1.2 心输出量

当身处高原环境时人的心率会增加,但最大心率有所下降,心输出量也有不同程度的下降。最大心率会随着海拔的升高出现递减的现象,当海拔高度达到3000米以上时最大心率会出现明显下降,这可能是低氧适应的表现,与心脏毛细血管增生有关。

高原训练所引起的一些列抗缺氧性改变,与血管系统对低氧的应急与适应密切相关。高原训练后与训练前相比,心每搏输出量,射血分数均有显著的提高,并且可以维持一段时间。在低压氧舱内运动员完成简短缺氧运动锻炼后,他们的右心室和右肺动脉内径随着高原高度和运动时间增加而增加,安静时的心输出量显著增加,

在缺氧训练中没有一个受试者发生高原病, 这些结果表明间断缺氧的符合运动锻炼方式可能会改善心脏功能和增加对缺氧的适应能力。游泳运动员高原训练发现, 等容收缩期和等容舒张期均有不同程度的缩短, 射血的延长, 说明高原训练确实可以提高心脏功能。对武警新兵高原训练的研究发现, 与高原训练前相比, 高原训练后男性心脏搏出量, 心搏指数显著增加, 女性心输出量和心肌耗氧量等显著增加, 高原训练增强了心脏泵血功能, 降低了体循环阻力, 增加了肺动脉压。

1.3 通气

在慢性缺氧时, 由于机体的呼吸调节系统发生某些适应, 肺通气的增大幅度提高。Sime 的研究表明, 在中度高原安静状态下, 每分钟肺通气量没有多大的变化, 但在亚极限运动时, 较平原增加约 12%。海拔高度会增加运动员的肺通气。高原训练可以有效地提高运动员的运动能力, 提高运动员在高原末期的肺通气功能, 增加运动员在安静状态下的基本通气, 提高身体吸氧能力, 可以更好地缓解缺氧的效果。观察青少年游泳运动员和成年游泳运动员高原训练期间肺通气功能变化发现, 青少年出入高原每分钟最大通气量 (MVV) 代偿性升高, 经高原训练使呼吸肌力量增强, 引起每分钟最大通气量保持在较高水平, 经过四周的训练肺容参数持续降低, 每分钟最大通气量提高反应肺通气功能得到改善。

1.4 血液

机体在高原训练环境下会发生一系列生理生化的变化, 红细胞、血红蛋白、红细胞压积均有不同程度的升高, 其中血红蛋白变化有一个或者两个峰值。非运动员和运动员在中等海拔高度暴露 8-10 天均会出现最大的网织红细胞增多, 并在三周的高原训练中持续出现网织红细胞增多, 血红蛋白增加了 1-4%。中长跑运动员在中等海拔进行两周训练后血红蛋白含量增加了 2%。优秀运动员在海拔 2000 至 2700 米的地方训练 2 至 4 周, 血红蛋白浓度增加了约 2.7%。

2 促红细胞生成素 (EPO)

促红细胞生成素 (Erythropoietin, EPO) 又称红细胞刺激因子、促红素, 是人体内一种内源性糖蛋白激素。自它被发现以来, 已被广泛应用于运动训练中。促红细胞生成素可以促进人体内红细胞的产生, 可以显著提高人体内红细胞的数量和血红蛋白的含量, 从而提高人体的氧气运输能力。此外, 缺氧会刺激促红细胞生成素的产生。自发现以来就被广泛的运用在运动训练中。促红细胞生成素在人体内可以促进红细胞的产生, 从而可以

显著提高人体内红细胞的数量和血红蛋白的含量, 从而提高人体的氧气运输能力。而且缺氧可以刺激促红细胞生成素产生。

2.1 高原缺氧

高原具有特殊的地理环境及气候特点, 尤其是缺氧对人体产生影响。但是机体对高原缺氧刺激反应后会产生一系列血管活性物质, 这些物质可能会对人体有一定的保护作用。随着海拔高度增加, 低氧程度加重, 血清 EPO 的水平增加, 高原慢性缺氧可使健康人血清 EPO 水平增加, 而 EPO 的水平随着海拔高度增加而增加。

高原红细胞增多症是高原地区多发病, 当平原人进入高原后其外周血中红细胞数量会出现对缺氧代偿的增加, 促红细胞生成素与红细胞增多症存在一定的内在联系, 血红蛋白和红细胞压积存在显著的正相关关系。据以往的研究发现, 急性暴露在海拔 2000 米 6 小时后血清内的促红细胞生成素增加了 40%。

红细胞数量的逐渐增加和组织氧合能力的增强将减少缺氧的刺激, 促使促红细胞生成素的产生逐渐减少到一个稳定的水平。稳定状态的血清促红细胞生成素似乎依赖于海拔高度, 在高海拔时促红细胞生成素略高于海平面, 可增加红细胞生成, 保持血红蛋白含量。1900 米海拔长期居住居民的促红细胞生成素水平与海平面居民没有差异, 而 4500 米海拔的长期居民的促红细胞生成素水平比海平面居民高约 50%。

2.2 高原训练

当哺乳动物暴露在高海拔缺氧环境中时, 会出现某些生理反应, 如促红细胞生成素的生成增多。红细胞的功能是运输氧气及二氧化碳, 缓冲血液的酸碱度。红细胞、血红蛋白在机体内的含量直接影响着有氧能力。有研究表明, 运动员在高原训练后血清中促红细胞生成素含量立即升高, 一周后下降。Gundersen 等人发现, 27 天的高住低训训练在上高原 20 小时后 EPO 达到高峰, 以后逐渐降低。

在高海拔和低氧暴露后, 在 2 天次最大运动时促红细胞生成素显著增加。这些观察的结果显示, 运动和缺氧可能是对促红细胞生成素产生协同效应, 并可能解释了高原高原训练运动员相比于高原对照较高的红细胞指标。

3 神经营养因子

3.1 血管内皮生长因子 (VEGF)

国外研究一致表明, 高原训练可以增加血浆 VEGF 水平。Gunga 等研究发现, 高海拔环境长期的运动血浆 VEGF 会出现暂时性减少, 在运动时间的延长 VEGF 的

生成以及转移都发生了变化。高海拔游泳训练血浆中的VEGF含量在开始后第10天有短暂的降低,随后显著增加,回到较低高度的地区后VEGF含量下降,随后回到原先水平。这可能是对高原缺氧和运动的适应性反应。

3.2 脑源性营养因子(BDNF)

脑源性营养因子(Brain Derived Neurotrophic Factor, BDNF)在运动提高神经可塑性方面起着促进作用。脑源性营养因子(BDNF)分布在中枢神经系统、周围神经系统、内分泌系统、骨和软骨组织等广泛区域内,但主要是在中枢神经系统内表达,其中海马皮质的含量最高,其主要作用是,增加突触可塑性,促进神经的发生,促进细胞的生存特别是各种神经元。

高原运动可以显著的提高体内BDNF含量水平。运动在神经保护作用上可减缓因缺氧所导致的BDNF下降,特别是减缓缺氧诱导的HIF-1 α 上升。

4 结论

高海拔环境对人脑结构和认知功能的影响已经被广泛的认识到,高原运动对高原病有很好的预防作用,并可以减缓因缺氧所引起的细胞内氧化压力及细胞凋亡的现象。大脑是对氧气最为敏感的器官,高原缺氧环境会对大脑产生损伤,但是人的大脑又是可塑性最高的器官,并且也有很多的研究表明运动可以提高神经可塑性。高原运动使机体发生一系列的反应使其更好地适应高原,高原运动还会诱导神经营养因子分泌的增加。

近些年来随着西部大开发战略和脱贫攻坚战略的不断推进进入高原地区生活和工作的人越来越多,探究运动对认知和脑结构与功能可塑性的影响对服务国家战略

和国防建设具有非常重要的意义。

5 致谢

本研究由西藏大学研究生高水平人才培养计划(2019-GSP-S108)支持完成。

参考文献:

- [1]徐道红.高原训练对优秀女子中长跑运动员摄氧能力和乳酸恢复能力的研究[D].北京体育大学.
- [2]位小龙,司亚莉,赖志杰,等.高原低氧训练对运动员最大摄氧量,血红蛋白影响的中文文献Meta分析[J].体育科技文献通报,2020(10).
- [3]牟秀霞,马然,马云,等.游泳运动员高原训练前后超声心动图对比研究[J].临床超声医学杂志,2011,13(011):780-781.
- [4]佟长青,齐莉,刘子泉,等.高原训练对武警新兵心血管功能的影响[J].中国急救复苏与灾害医学杂志,2011,06(6):500-503.
- [5]熊正英,代锴.高原训练对机体血液指标及红细胞2,3-二磷酸甘油酸影响的研究[J].山西师大体育学院学报,2005.
- [6]李振华,赵晋,徐杨,等.不同海拔交替训练对运动员促红细胞生成素的影响[J].体育科技,2015.
- [7]余小燕,马福海.低氧诱导因子-1在高原低氧训练中的研究现状与进展[J].辽宁体育科技,2010(02):19-20.
- [8]崔建华,张西洲,谢印芝,等.高原低氧与血管内皮生长因子的关系探讨[J].航天医学与医学工程,2000,013(005):368.