



人体节律历

RENTI JIELÜ LI

冯荣亭 王相治 高生林 编

陕西科学技术出版社

人体节律历

冯荣亭 王相治 高生林 编

陕西科学技术出版社

人 体 节 律 历

冯荣亭 王相治 高生林 编

陕西科学技术出版社出版发行

(西安北大街131号)

西安青山印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本 7.25印张 154千字

1990年1月第1版 1990年1月第1次印刷

印数: 1-12,000

ISBN 7-5369-0656-0/Z·76

定价: 2.90元

前 言

据说人类起源于热带草原，所以大多数人都具有在这种环境条件下——即 30°C 左右的条件下生活的素质。然而外界气温往往要低于这一温度，于是人类就通过增添衣物，修建住房等措施以使皮肤所接触到的空气温度仍能保持在 30°C 左右。这样即使外界气温严重下降，皮肤直接与极端低温相接触的机会并不太多。看起来人类似乎以生活在热带条件下较好，然而人类并不是畏寒生物，从某种意义上说，寒冷对于人类还是必要的环境条件之一。

正如托因比所说，最能促进人类发展的环境是富于充分变化、能给人类带来不断刺激的环境。当然这种刺激不能激烈到足以妨碍人类健康的程度。缺乏外在刺激、过于优越的环境会使文化的发展停滞、静止。从这种意义上看，寒冷作为一种来自自然环境的刺激是最为适宜的。寒冷只要不过份，不管给精神还是肉体都会带来充满活力的效果。炎热当然也会带来刺激，但在热的条件下体温容易升高，这样人体内热量的产生就必须减少，进而迫使人的活动减小。可以想象在这种情况下，很难期待会产生对人类进步有益的效果。

的确，适度的寒冷是会带来有益影响的。但自然界的寒冷绝非都是“适度的寒冷”。有些时候，当遭遇难以忍受的酷寒或长时间持续低温时，就难以保证人体的健康了。因此了解人类对寒冷的生理反应、抗性及耐性，使之能与寒冷条件相适应是十分必要的。

什么叫适应？这是一个极难回答的问题。作为适应的定

义，应该说它是机体与环境相互作用，表现在机体方面的一种代偿性反应。但是“适应”这一概念广泛用于各种领域。从生物学角度看，生物的形态与机能等均与广义的“适应”联系在一起。而生理学、生物化学、病理学、临床医学、心理学、社会文化学等各个学科关于适应的认识，着眼点也是各不相同的。其对象从细胞内物质的分子结构、细胞、器官、个体以至群体。而环境也包括体内环境、体外环境、自然环境和正在受到人为破坏的不健全环境等多种多样的类型。因此要把握“适应”的全貌，给其一个恰如其分的定义是相当困难的。

问题虽然困难，但最近有关人对异常环境的耐性及适应方面知识的需求已变得十分强烈。在这种情况下，构成这方面知识基础的就是对自然环境的抵抗适应，而本书所介绍的对寒冷的适应正是其中有代表性的内容。诚然对寒冷的特异性的调节反应很多，但认识什么叫适应？适应如何取得以及适应的界限如何等一般性问题，无疑也有助于对上述问题的认识。

本书以对寒冷的适应为中心，用现代的知识给予解释，后面的八、九两部分内容，可能涉及一些对一般读者来说比较生疏的专业用语及一些较深的内容，这是为那些希望对寒冷的适应本质有更深入了解的读者而特意编入的。本书不仅对关心寒地生活的人士，而且对有广泛的知识要求的学生们，也有一定参考价值。

北大图书刊行会前田次郎先生对本书的出版给予了很大帮助，在此谨致谢意。

著 者

目 录

一、适应	(1)
1. 变化的气象	(2)
2. 耐寒人种	(5)
3. 生理的适应	(7)
4. 抵抗适应与能力适应	(10)
5. 从属与调节	(11)
6. 体内平衡	(12)
7. 交叉适应	(15)
8. 适应反应的时间因素	(16)
9. 适应的机制	(19)
二、日内变化与适应	(24)
1. 体温的节律	(24)
2. 脑下垂体-肾上腺皮质的节律	(29)
3. 松果腺的节律	(31)
4. 昆虫的节律	(34)
三、气温与营养	(37)
1. 气温与摄食量	(37)
2. 气温与营养成分	(41)
3. 基础代谢与营养成分	(44)
4. 维生素	(48)
5. 食盐	(53)
6. 气温与成长	(57)

四、哺乳动物的冬眠	(62)
1. 实验性低体温与冬眠	(63)
2. 内分泌系统的功能	(68)
3. 代谢系统的变化	(75)
4. 冬眠的复苏	(78)
5. 熊的冬眠	(80)
五、新生儿的适应	(82)
1. 新生儿的体温调节	(82)
2. 热的产生部位	(87)
3. 产热所需要的营养成分	(89)
4. 新生儿的寒冷驯化	(90)
六、耐寒机理	(94)
1. 减少散热的手段	(95)
2. 寒颤	(102)
3. 非寒颤型产热	(104)
4. 寒冷适应状态的模拟	(110)
七、激素的适应	(116)
1. 甲状腺激素	(117)
2. 肾上腺皮质激素	(128)
3. 去甲肾上腺素	(130)
4. 抗利尿激素	(136)
5. 醛甾酮	(138)
八、脂肪代谢的适应	(141)
1. 基础条件下的脂肪利用	(141)
2. 脂肪酸的代谢途径	(152)
3. 食用大量脂肪时的情况	(157)
4. 脂肪的硬度	(159)

九、可“燃烧”的脂肪组织	(168)
1. 褐色脂肪组织的分布	(169)
2. 血流量与神经的作用	(171)
3. 产热和去甲肾上腺素的作用	(174)
十、低温导致的身体障碍	(180)
1. 全身冷却	(180)
2. 低体温的病态生理	(184)
3. 造成冻死的原因	(186)
4. 低体温的病理	(189)
5. 冻疮与冻伤	(190)
6. 动物对冻结的抵抗与耐受性	(192)
结语	(196)

一、适 应

在左右人和动物生活的诸环境因子中，最重要的因子之一是气象因子。气象包括光、温度、湿度、风速、气压及其它各种因子，而影响最大的是气温。日本夏季的最高温度几乎高达 40°C ，而平原冬季气温最低的北海道的旭川，有记录的低温为 -40°C ，正负相差近 80°C 。我们就是在这种条件下生活着，所以必然要承受着因酷暑引起的消耗和因严寒所引起的障碍。也正如此，了解人体究竟可以承受多么大的气温变化是完全必要的，生理学家正在进行有关人体对冷、热的反应与适应性的研究。对此，某些卫生学者认为，在能够充分地享受现代文明的今天，没有必要研究这种原始的问题。他们认为，热的时候有空调、冷的时候有暖气和衣服，还有什么解决不了的问题呢？然而实际上了解人类固有的生理机能是至关重要的。当然夏季使用空调，冬季使用暖气确实可以过上不知寒暑的舒服日子，但也必须考虑到长期置身于一种温度的过保护状态下，是否会对人体产生某些不利的影响。体温调节中枢反应性的改变，也许会缩小所能调节的温度范围，或是因微小的气温变化而引起过大的反应，这样就可能使全身的抵抗力明显地减弱；甚至还可能使一些监测体温调节效果的末梢器官不能充分发挥作用。问题还在于有关对人和对动物的这方面问题的详情迄今为止都还不甚了解。

迪伯斯在《人类与适应》一书中作了如下论述：“人类确实具有如下的倾向，他们根据各自的目的随意地剧烈改变

着物理环境，而完全无视在过去长时间内所适应的相互依赖的生物结构的重要性。”“即使能与现在一般的环境条件完全适应，这种状态也未必能够适应未来的条件。今日世界的适应状态也许在明日世界就会与基本的生存条件都不能相容”。

我们今天的生活方式对我们自身具有的那种为适应新的环境条件，特别是适应将来的自然环境变化的潜在能力会带来什么影响呢？对此我们还一无所知。认为生物学所不能解决的问题可以通过文化技术手段加以克服的想法无疑是为时过早的。

1. 变化的气象

首先应该加以考虑的是对我们的生活环境来说是难以预测的温度变化。其中最大的问题莫过于地球本身的温度变化。由于该变化是以极慢的速度进行的，作为一个现实的问题也可以说它显得并不十分重要。当然也有对此持有危机感的论述。在大约近百万年的气候变迁中，经历了严寒的冰河期与温暖的间冰期的交替，其间至少出现过4~5次冰河期。在冰河期间水完全冻结，陆地上形成冰河，海水相对减少，海面比现在要低100~145m。而在间冰期，冰河融化使海水增多，海面要比现在高出15~30m。目前正处在一个冰河期的末期，据说该冰河期中，冰河曾到达地中海。冰河今天并未完全消失，其残留部分在北、南两极都还存在。今后地球是将继续暖化迎来冰河期的结束还是再次寒冷化重又进入一个新的冰河期呢？这点目前还不清楚。

要抗拒地球的气象变化，人的力量是渺小的。但由于地球整体的温度平衡是由极其微妙的力学关系维系着的，所以

即使能量较小的变化，也有可能打破整体的平衡。就是说假如要想使地球的平均温度提高 2°C ，只要使地球上的能量调剂发生极微小的变化即可做到，而地球的平均温度上升 2°C 就足以使冰全部融化，而下降 2°C 相反又会促成进入新的冰河时期。与地球拥有的巨大能量相比较，人类活动涉及的能量变化是很微小的，但这些小的影响积聚起来，并非没有可能打乱地球的能量平衡。

第一，是所谓的 CO_2 问题。通常大气中的 CO_2 含量仅为0.03%，但 CO_2 具有可将地球释放之热能加以隔断迫使其返回地表的作用，即所谓的“温室效应”。近年，由于人类大量使用石油和煤作燃料，大气中的 CO_2 含量一直以一定的比例持续增长。化石燃料所释放的 CO_2 ，大约有一半为海洋或植物所吸收，另一半则存留在大气之中。这一增加量，在1962~1965年间约为0.46ppm/a，而在1968~1970年间，则为1.48ppm/a。如果大气中的 CO_2 含量以这种速度持续增加，到2000年 CO_2 浓度将达到380ppm，其结果将使地球温度大约上升 0.5°C 。实际上今后 CO_2 的产生速度还会进一步增加，特别是发展中国家的石油、煤的消费与发达国家同样增加的话，将导致大气中 CO_2 的急速上升，地球温度势将上升达 2°C 之多。

第二，是飘浮在大气中的微小尘粒的影响。这些微粒有些是来自诸如火山爆发这样的自然源的，但来自工厂和汽车的也不少，特别是来自后者的微粒在最近一个时期内一直持续地急剧增加。为此日照因反射和折射，到达地面的量减少。微粒实际显示了所谓的“阳伞效果”。

如果看一下大气的混浊度，东京及札幌在10年间增加了60~80%。而据苏联的资料，苏联1954~1963十年间的平均

直射日照量，较最近三五年间的平均值要少3~5%。不用说，直射日照量的增加将使气温上升，而减少则会使气温下降。当日照量减少达1%时，无冰期气温下降1.5℃，冰期将降低0.5℃，极冰将沿纬度10°地带南下，即将从现在平均72°地区扩大到62°一线，接近于第四纪冰河期的状态。如果日照量减少1.6%，极冰将扩展到纬度50°地区，其后通过自加速效应，坚冰将遍布全球直至赤道。地球平均温度可能下降到零下数十度。

第三，估计云量也会增加。由于大气污染，云量增加的可能性很大，关于这点目前尚无明确的结论。云量的变化会对气温产生很大的影响，特别是下层云，即使只增加1%，也会使地表气温下降0.8℃。而中层云增加1%，气温将下降0.4℃；上层云增加1%，气温反而会上升0.04℃。这是因为上层云具有对日照反射很少，而又能防止红外扩散逸的性质。如果大气污染确实能使下层云量增加的话，那么仅此一项就足以促成冰河期的再现。

如上所述，当地球稳定的热平衡因无限制的工业化影响而被打破时，不难设想用不了很长的时间，就有可能招致气温的急骤变化。这里提出是CO₂的“温室效果”强还是微粒及下层云的“阳伞效果”强的问题。加之在气温变化的自加速效应产生的同时，还存在着反馈调节的可能性，就使得对未来前景的预测越发困难。但大多数气象学家根据多方面的资料分析，均倾向于地球会进一步寒冷化的看法。这样我们实际上正面临着一个新的小冰河期，70年代和80年代的寒冷化可能还会快速地发展。

其次，作为一个现实的问题我们用于温室的燃料资源恐怕也在减少。迄今为止，世界的石油据认为在30~50年内将

用完。在资源短缺的日本，烧料缺乏的问题肯定会出现得早得多。欧美各国为了节约燃料，冬季家庭取暖的规定温度一直都比较低，在日本用于取暖的化石燃料也必须逐步地加以限制，否则很可能就要在没有暖气的条件下过冬了。

2. 耐寒人种

处于温度的过保护状态时，体温调节机能有可能会退化。这点在我们与裸体人种进行比较时是比较容易看出的。居住在非洲卡拉巴利沙漠的布西门人，澳大利亚中部的原住民，以及居住在新几内亚高地的原住民，至今无论大人、孩子都还是裸体的。而这些地区的气温也并不总是很高，象卡拉巴利沙漠白天的温度尽管可以高达 40°C ，但夜晚也会低至 0°C 以下；即使澳大利亚中部，其夜间温度也在 10°C 以下。然而居住在这些地区的原住民却都是赤身裸体的，而且并不因此而发抖，甚至可以正常地睡觉。对新几内亚的高地人，本多胜一氏在《极限的民族》一书中作了如下描述：他们在岩石的缝隙间铺上一层露兜树的树叶，以各种随意的姿态赤身裸体地睡觉。在气温只有 6°C 的条件下仍能随意安眠。这种耐寒性是我们无论如何也难以想象的。达尔文在位于南美南端，南纬 54° 的火地岛（Tierradel Fuego），在严寒的冬季仍可见到裸体生活的原住民，作者并以惊叹的语言记述了雪片落在裸露的妇女胸前随即融化的情景。与这些人相比，就可以看出现代城市人的耐寒性是如何之弱了。

据认为人类最初的发祥地是热带草原。赤裸的、尚不会取火的史前原人理应不能在热带以外的地区生活。因此其全身的皮很自然地会经常置于 30°C 左右的气温条件下。我们

今天的衣物、住房等设施实际上也是为使衣服与皮肤间的空气温度保持在大约 30°C 左右，这意味着人类保持其最初出现在地球之时的环境条件是完全必要的。人类的文化在飞速地发展，但人类在生物学机能方面似乎并没有相应地进化。

人类起初居住在热带，逐渐扩展到北半球的寒冷地区，并开始获得使用火、衣物、住所以抵御严寒的技术。这大约是3万几千年前的事，其后产生了与文化发达程度及各地区自然条件相适应的寒地民族。其代表是爱斯基摩人。他们在大约1万年前，越过白令海峡，经过阿拉斯加，分布在从加拿大至格陵兰一带。这一地区冬季的外界气温通常在 -40°C 左右，最低达 -70°C 。在这种酷寒的条件下人类居然能够生存，实在是令人惊讶之事。爱斯基摩人之所以能耐受这种酷寒，关键在于他们的防寒衣物与居住条件是极其高明的。

爱斯基摩人的服装是用海豹皮毛制做的世界上最耐寒的服装。上衣、裤子、长筒袜均为双层，两层毛皮有毛哪侧，其一朝内对着皮肤，另一向外对着空气。穿着这种服装即使不着任何内衣也非常暖和。在零下几十度的冻土带，穿着这种服装甚至可以随意打个盹。这种防寒服的一个重要特点是在做雪橇旅行以及狩猎等剧烈活动时，衣服里面不会过热，使人难受的汗水可以随即蒸发，这点正是爱斯基摩人服装的高明之处。如图1所示，该服装的领子与腰身都比较宽松，手腕与膝部的带子系得也较松，这样空气可以在衣服内穿行。

爱斯基摩人的居所为用雪垒成的小屋或用石块堆搭的小屋，均为半地下式建筑，没有暖气类设备，依靠燃烧海兽的脂肪取暖。即使外界气温低至零下数十度，在这种半地下小屋内室温仍能保持在 20°C 左右。因此晚间男男女女都是赤裸体地钻进各自的皮毛寝具之内睡觉。

总之，人类依靠自己的智慧，即通过技术的开发，开创了新的环境，不断创造着适宜自己生活的良好环境，表现了一种文化的适应。

3. 生理的适应

据认为由早期的灵长类分化而来的人类出现已有四五百万年的历史了。其身体各器官的形态与机能在这一漫长期间内通过变异与淘汰以适应环境，取得了对于生存来说最适宜的形体。若其条件明显地与环境条件不相适应时，即不能维持其生命。人类从地球到其它天体或潜入海底生活，也只有在使宇宙飞船内及潜水器内再现与陆地上相同的环境时才有可能。这与爱斯基摩人通过衣服和住所以取得与热带地区相近的温度条件，道理是一样的。人或动物都不能快速地获得一种新的生理机能。

在未达到足以致死的异常环境下，长时间地持续或短时间地多次重复于这种异常环境，身体对这种环境的抗性会增强，但这并不属于生物学意义上的适应。这种情况下的变化是机能系统活动水平的变化，使其表现为与负荷条件相适应



图1 爱斯基摩人的衣服

当在极地进行狩猎或奔走等激烈运动时，会因出汗使衣服内侧发潮，但由于衣服有通气口，可使潮气排放到衣外的空气中。箭头所指处为空气的出入口。

的新的平衡状态。这不是生物学的适应，而是生理的适应。

部分生理学家对“适应”一词作了如下简单的定义：适应即是生物体对应于环境的变化所作出的与之相应的体制的变化。其内容因生物学、生理学、医学、社会文化学各学科的角度不同而异。生物学与生理学对适应认识的基本点是不同的，生物学是从生物种的角度认识问题的，而生理学则是从个体的角度考虑问题；而且生物学需要考虑到自然环境，而生理学则还要考虑对来自自然环境之外的负荷压力的抵抗与驯应。

气候生理学把广义的适应划分为遗传性适应、风土驯应、驯化、习惯现象以及行动性适应。符合遗传规律的适应性变化是生物学的适应，从众多的漫无边际的突然变异中可能会出现与生存条件相适应的优良个体，即为所获得的个体。而非遗传性的适应纯粹是由环境引起的变化，在个体上的表现是临时性的变化。其中的风土驯应是指由各种不同的气候、季节、地理条件所引起的适应性变化。生理现象的季节变化以及移居热、冷、高处时出现的习惯问题均属此类。这里所指的驯化，是在温度、光照、气压等多种环境因素中只给予一定的实验条件下，所引起的身体的适应性变化。冬季在室外饲养的大白鼠应看作风土驯应，它与在实验室内给予低温时的寒冷驯化有很大的不同。因为风土驯应不只是温度的变化，同时还有温度之外的其它多种因素同时在一起作用。

所谓习惯现象是指当对身体的某一部位，反复施加相同的刺激时，该部位对刺激的反应会逐渐减弱的现象。象双手常与冷水接触的人即使把手放在冰水当中也不会感到十分痛疼（因寒冷刺激使血压有轻微的上升）就是习惯的一种例

子。

行动性适应作为一种适应的方式有着异乎寻常的效果。在超出生理反应能够调节的范围时，可以通过行动性适应使生物体得以耐受环境的变化，并使这种耐受能力大大扩展。它是一种为避开刺激因子而采取各种行动，诸如改变居住条件、寻求防护或是建造自身的防护物、改换各种姿式等等的适应方式。人类对环境的适应包括有技术的、文化的多种方式，正是这些能力使人类在其它生物无法存活的条件仍能生存。而这多种适应方式大多包括在行动性适应当中。具有多种适应方式的人类与其它动物相比，其生理的适应能力较弱。实际上在很多乍一看似乎是生理适应的情况下，其实仍然是单纯的行动性适应。象爱斯基摩人对寒冷的适应就是在寒冷条件下保护身体不受损害的一种技术性的适应。人在沙漠居住时丝毫也不会引起生理变化的情况也是行动性适应的一个例子。

但是也不能说人完全没有特殊的适应性变化。象澳大利亚中部的原住居民，他们为了从一个狩猎场所转移到另一个狩猎场所，要横穿年降雨量在250mm以下，而气温高达60℃的沙漠，长途跋涉160km以上。他们不仅具有极为高超的找水本领，而且具有可在水量极少的情况下生存的生理适应性。他们的胃犹如水桶一般可以存贮大量的水，在横穿沙漠之后其胃内总还能大致保有一杯左右的水量。一般的人不管喝多少水，总会很快地以尿的形式排泄出来，而他们的胃可以存留住水，在数小时内只在最需要的时候才一点点地使用。他们的肾脏功能也很好，为排除废物而必需的尿量非常之少。他们是所观察到的人的特殊生理适应的一个例证。

动物也有各种各样的行动性适应。象牛在炎热的夏季，