

大众生理学

〔苏〕Б·谢尔盖耶夫 著

科学普及出版社

内 容 提 要

这是一本优秀的生理学通俗读物。读者可知道：无论是空气稀薄的世界屋脊，还是压力超常的海底，无论是炎热干燥的沙漠，还是坚冰封冻的极地，到处都有生命的踪迹。而所有的生命，不论它是多么微小，多么简单，多么低级，都要营养，都要呼吸，都要代谢、生长和繁殖。而且，它们的这些性质，竟和那些进化水平很高的飞禽、走兽以至人类有着共同的规律，本书正是谈这些规律。全书共分九章，从生命有关的物质谈起，逐章介绍呼吸、循环、生长、生殖及感官、生物电、生物光、信息传递等许多方面的知识。作者以丰富的材料、形象的笔触、风趣的插图把你引向奇妙的生物世界，给你以丰富知识和洞察奥妙的享受。本书出版以来，多次再版并翻译成许多国家的文字，是世界科普名著之一。

大 众 生 理 学

[苏] B. 谢尔盖耶夫

万正忠 罗 逊 译

蔡益鹏 校

责任编辑：刘云鹤

封面设计：施 蔚

*

科学普及出版社出版(北京白石桥紫竹院公园内)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

固安县印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：9 3/8 字数：206 千字

1983年5月第1版 1983年5月第1次印刷

印数：1—023,000册 定价：0.88元

统一书号：13051·1329 本社书号：0513

目 录

第一章 水——生命的摇篮	1
水是地球上生命赖以存在的物质	1
活水	4
死水	9
体重	11
鳄鱼的眼泪	14
鱼喝水吗?	18
空气中的水分能榨干吗?	20
水的制造	23
第二章 建筑材料	23
卢库鲁斯的功绩	28
会“爬”的牙齿	37
千年的谜解开了	42
牛吃什么?	46
各种奇妙的厨具	50
动物的食品加工工业	58
乳汁	63
第三章 呼吸	73
氧——一种维持生命所必须的元素	73
氧的供应	74
潜水服和水下呼吸器	83
什么地方有氧?	87
危险的废物	97
第四章 几十亿辛勤的运输兵	105
不知疲倦的心脏	105

波涛	116
流体力学的应用	123
怎样保温?	127
第五章 生物光的奥秘	143
神奇的故事	143
解谜	148
活灯笼	151
金莺的启示	158
第六章 动物电	160
青蛙腿的故事	160
金属导体和神经	164
水下发电站	169
探测器和示波器	175
第七章 信息系统	179
万用天线	179
感觉器官的起源和进化	182
第三只眼睛	189
光的奇异世界	195
窃窃私语	209
第八章 大脑	223
奇怪的腺体	223
脑回的功能	226
莱克加斯之死	230
入迷与“笑死病”	239
记忆之谜	244
负鼠的骗术	248
动物的忧伤	251
智力与人种	254

第九章 鸛和少女.....	259
两性与繁殖	259
婚姻和家庭	263
精子和卵子	277
两性动物	283
单性生殖	287
一个鸡蛋能孵出几只小鸡?	291

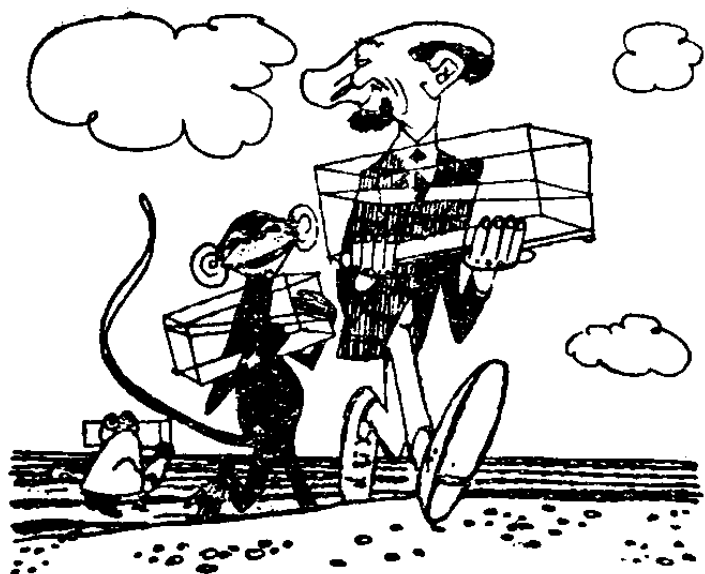
第一章 水——生命的摇篮

水是地球上生命赖以存在的物质

当天文学家用天文望远镜观察邻近地球的一个行星时，他一定想知道那个星球上是否也有水和氧。产生这种好奇心是很自然的，因为无论哪个行星上有了足够的水和氧，那里就可能存在着生命，这种生命，可能与我们地球上的生命存在着某些相似之处。不正是由于有了水，才有了我们现在的地球吗？是水使我们这个地球存在并发展到了现在这种状态，而且是水奇迹般地创造了生命。水实在是地球上的一种奇妙的物质。我们对水了解得越多，就对它越是惊叹不已。

自古以来，很少有人对水的奇妙特性详细地加以研究。这是不足为奇的，因为我们地球上到处都有水。水的存在，是我们这个星球上一个极其普遍的现象：地球表面有 $3/4$ 处于水下；有 $1/5$ 覆盖着冰雪（固态的水）；还有一半以上的广大地面上空，常常有无垠的云海；即使在没有云雾的地方，空气中也有或多或少的水分。

水在我们这个行星上，确实是很普遍的，就连我们人的身体，也是由大约 71% 的水分构成的。然而，越是普遍的东西，越不引人注目。水这种物质虽然十分普遍，但它的确很不寻常。要知道，地球上没有任何物质比水更丰富；也没有任何物质能够象水那样，同时以固体、液体和气体三种不



同的形态存在。

水可以调节地球上的气候。如果没有水，我们的这个地球可能早就冷却了，一切生命早就不复存在了。水的蓄热本领非常高，受热时，它能吸收大量的热；冷却时，它又能释放

出大量的热。地球上，浩瀚的大海，无数的江、河、湖泊和水库，甚至包括大气中的水蒸气，都是良好的储热器：在温暖和炎热的时候，它们能吸收大量的热；在寒冷如冰的时候，它们又把热量释放出来，温暖人间，调节整个大气的温度。

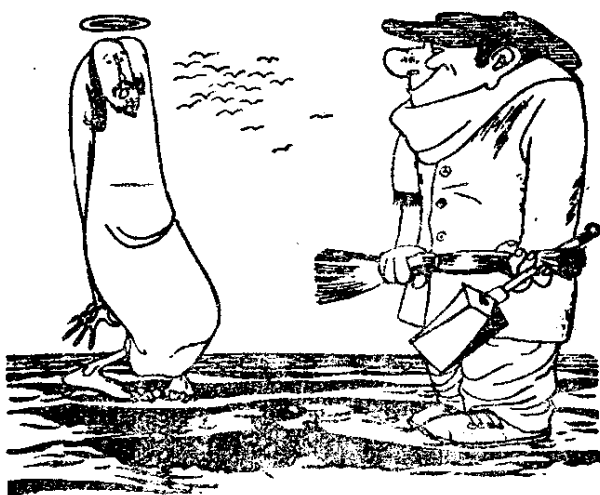
若不是地球周围的大气层，象“棉衣”一样地保护着我们，宇宙间可怕的寒冷可能早就把地球冻透了。在这件“棉衣”的里面，那无边的云海就象洁白柔软的棉花和羊毛。在沙漠上空水分稀少，就象是“棉衣”上有了孔洞。沙漠失去保护后，白天被晒得灼热似火；夜间又变得冰寒一片。

水还具有另一个奇妙的特性，不然地球还是要冻僵。常识告诉我们，几乎所有的物质，受冷都要收缩。可是水却不然，受冷偏要膨胀。倘若水冷也收缩，冰就要比水还重，就会沉到水下去。这样，所有的水渐渐都会变成冰，地球周围的大气层就会失去水分，我们的“棉衣”就会失去作用。

水还有一个宝贵的特性，它融化和蒸发时的潜热很高。

正是由于这个缘故，生物体才可能在炎热的气候条件下生活。水分的蒸发(这样可以释放大量的热量)，人和动物才能把体温保持在低于环境温度的水平。

在大自然中，
水的作用是独特的。没有水，就没有生命。生命起源于溶解在原始海洋里的物质。从那以后，动植物细胞中溶解了的物质之间一直发生着化学反应。



水有许许多多惊人的特性。但是，人们了解最少的，可能就是水的表面能够形成十分坚固的表面膜，这是因为水的最表层的水分子之间具有很强的吸引力。水的这种表面张力非常之大，它能把似乎根本不能浮起来的物体浮起来。如果把一根针或一片刮胡刀片小心地放在水面上，只要不损坏水表面的膜，它们是不会沉下去的。

许多昆虫的生命都与水的表面膜有密切的联系。比如水黽，就只生活在水的表面上，它们从来不潜入水下，也不爬到干燥的陆地上来生活。它们既不会跳水，也不会游泳，只会把两腿叉得很开，在水面上滑来滑去，颇象滑雪运动员。它们在滑行时，只用长满了毛的脚尖接触水面。它们的重量只能使水的表面膜往下凹陷，但不会使水的表面膜受到破坏。

蚊子的幼虫、水甲虫和各种各样的蜗牛，它们能够附在

水的表面膜下面。蜗牛不仅能够从下面抓住这层膜，而且可以沿着这一层膜爬行，如同在任何固体表面爬行一样。

科学家早就发现，水质越纯，越要费大力气才能破坏它的表面膜。水溶性物质（主要是空气）的分子挤入水分子之间，从而使表面膜的强度减弱。由于水里总会有杂质，所以即使是净水，也不可能完全保持水表膜的最大强度。要破坏直径为 2.5 厘米的纯水的水柱，大约需要 900 公斤的力，这相当于某一级钢的强度。这还不算，据科学家计算，要破坏直径相同的绝对纯水柱，竟需要 95 吨力。假如地球上有一个纯水湖，人们在上面散步和溜冰，就象走在冻结的冰上一样。

活 水

你知道为什么几乎一切物体受热时都会膨胀吗？要理解这个问题并不难。物质分子受热时，运动速度加快，分子与分子之间的空隙不够大，于是发生互相碰撞，因而引起物体的膨胀。但是，为什么水的变化却不一样呢？

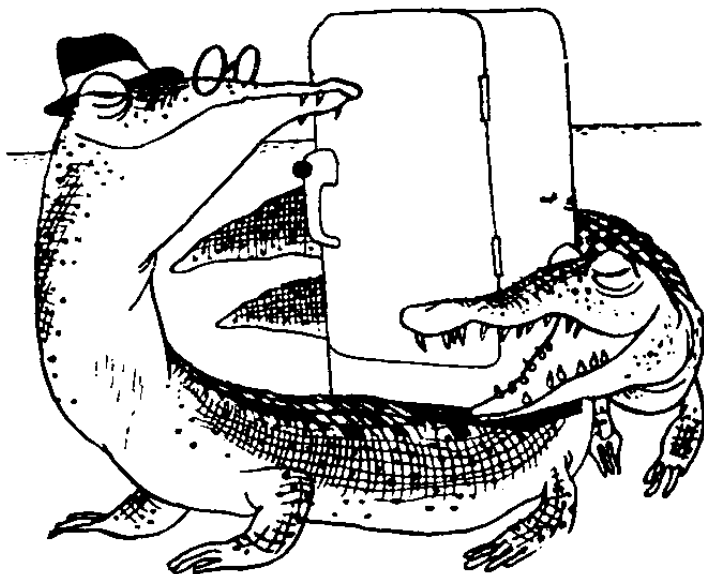
我们已经知道水分子是由一个氧原子和两个氢原子组成的。这些原子排列成三角形，氧原子占一个角；质子（即氢原子的原子核）占另外两个角。它们那些单个电子的轨道向相反的方向拉得很开。

当水温下降，分子的热运动不太剧烈时，水分子的电磁特性却变得比热运动还要剧烈一些。这时，单个的水分子就把自己的“手”伸给对方，互相结合起来。一个水分子的两个质子各吸引邻接水分子的一个电子；而它们自己的电子又被它们的邻接水分子的质子所吸引。于是，每一个水分子都与

另外四个水分子连结在一起，形成一个非常美丽的晶格。晶格的空隙足以容纳一个水分子。

相反，当水温升高，水分子的热运动加剧时，分子之间的键开始变形和破裂，冰开始融化。已经破裂了的水分子落进了空隙之中，水的体积也就缩小了。

液态水中的分子是怎样运动的呢？直到近期，科学家才开始思考这个问题。一般地说，水的问题差不多已被物理学家和生物学家忽视了。难怪，刚开始对这个问题进行研究的时候，科学家都感到迷惑不解。后来他们发现，从冰融化来的水能够在很长一段时期内保持冰的结构。但是，并不是所有的水都表现出这种特性。在刚刚融化的水表面漂浮着无数微小的短命的冰水珠，它们仍然保持了冰的结构。当水温达到 30°C 时，这些“冰块”仍不会“融化”；只有当水温再升高时，这些“冰块”才在数量上有所减少。当温度超过 40°C 时，它们才开始比较快地融化；但是，以后的温度无论多高，它们只能随着时间逐渐消失。



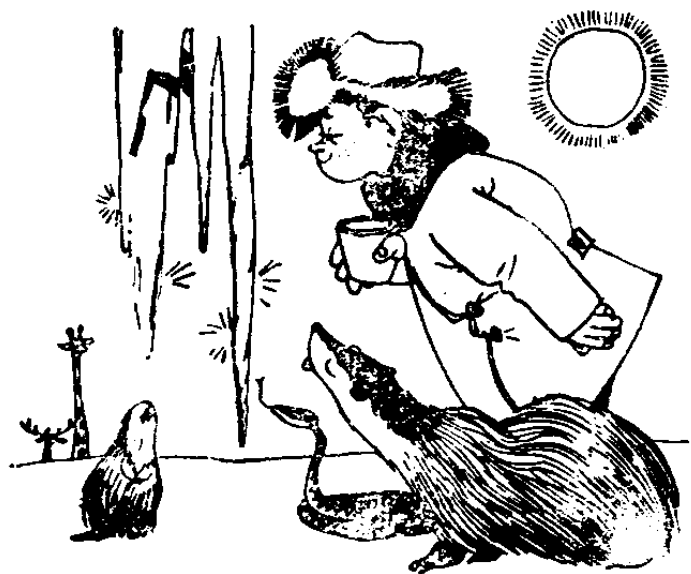
生物对这些看不见的小冰块有什么反应呢？为了解答这个问题，科学家不得不重新研究那些早就为人们所熟悉的许多现象，因为这些现象的原理在人们心目中还很模糊，并且从没有人认真研究过。比如，为什么在冰雪融化的地方许多

微生物的生长和繁殖都很旺盛呢？为什么生活在温带的许多昆虫的卵和蛹如果未经过严寒就不能发育呢？为什么用冰雪融化的水喂养幼小的动物和鸟类，会使它们发育得快些，而且又不太容易生病呢？为什么许多动物在早春时节生育后代，为什么鸟儿从遥远的非洲和印度飞到北方来孵化小鸟？也许，这些都不是偶然的吧？

所有这些似乎孤立的问题，现在都有了共同的答案：寒冷、冰以及冰融化的水。

科学家做工作是不喜欢半途止步的。他们要弄清楚生物体内的水究竟象什么样。过去有人认为，动物体内的水只是填满了大分子之间的空隙而已。但是这个观点已经证明是错误的。人们已经发现，生物体内大多数细胞的细胞膜和巨大的生物分子（与之相比，水分子显得微乎其微）能够吸引水分子，并严格按照固定的顺序在它们的表面形成类似冰的晶格。分子越大，吸附在它们表面的“冰”就裹得越厚。细胞质

和间质液中含有大量的“冰山”。生物体能把体内大量的水“冻结成冰”。冰雪融化的冷水对动物的机体很有益处，因为“冰”对于有机体是必不可少的，水结冰以后就变成了“活”水。



“活”水还有另一个重要的特性。就其结构而言，已经表明大多数蛋白质分子、脂肪分子和碳水化合物分子都适合冰

的结构，而且很容易进入它的晶格空隙。所以，冰冻以后，蛋白质分子、脂肪和碳水化合物分子都不会受到破坏。

有些分子的形状与冰的结构不适合，水对它们的反应就很不相同：水在结冰的时候，能使大分子破裂，将小分子赶走。北冰洋的冰是没有咸味的，这是因为水变成冰时会把盐分子挤出去。

由于各种各样的原因，活的有机体分子的形状会发生某种程度的变化。如果这种变化继续下去，这种分子的表面就不可能再形成一层“冰壳”了。但是，只要有一小块冰，损伤了的分子就可以得到修复，因为弯曲了的分子上“冻上”一层冰就能拉直，恢复正常的构型。

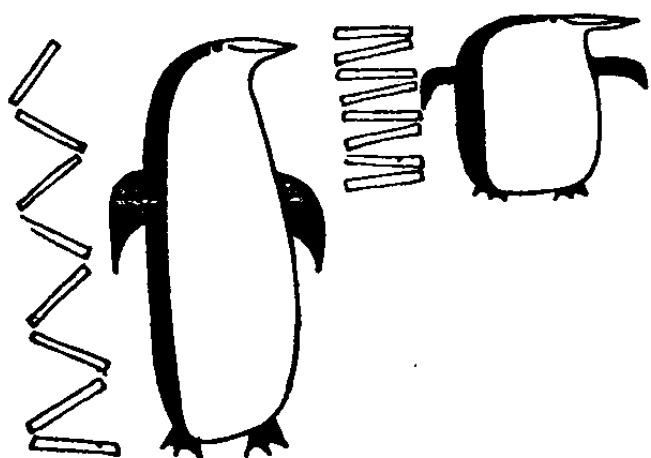
为什么生物个体要衰老呢？原因之一可能是它积累了大量的损伤了的分子。如果这一设想是正确的，那么只要给有机体提供足够的小冰块，就可以使生物返老还童。为此，生物体温必须降低，以便形成一个个小冰块（在动物身上进行的试验已经产生了持久的复壮效应），或者向生物的机体提供“现成的小冰块”。这就是雪水的有利效应。

从这个观点出发，喝生水比喝开水对身体更有利。高温使水中冰的晶格遭到彻底破坏，使分子组成其它的键。要使开水冻成冰，首先必须使这些键断开，但这并不是很容易的。如果你把比较纯的刚刚烧开了的水放在室外，其温度在冰点以下，你就会发现它在 0°C 的时候并不结冰。只有当温度下降到 -7°C 时，它才能结冰。这一点跟过去教科书上讲的不太一样。对于机体里的水来说，道理也是一样。我们喝茶时，热茶水里的活分子为了在它们的周围建立起“冰山”，它们必须首先打破水分子之间在沸腾过程中形成的键。

水在零度以下还不结冰的水叫过冷水。有机体内过冷水

的含量太多就会造成有害的代谢产物积累过多。水“冰冻”时，有害的杂物从晶格里排挤了出来，因而使水得到了净化。这又是喝开水的一个不利的方面。

当然，这并不是“活”水唯一重要的特性。据认为，肌肉在工作的时候，“冰山”起着重要的作用。大家都很清楚，肌肉收缩需要的能量是三磷酸腺苷(ATP)分解提供的。但这究竟是怎么回事，还是个谜。但是，人们对有机体内水的状态的研究，产生了说明肌肉收缩原理的新观点。肌肉的工作部分是肌浆球蛋白，它们的键象念珠一样一串一串的，是由大量的原肌浆球蛋白组成的。它们之间的键不仅很强，可以把它们连接在一起，而且可以使原肌浆球蛋白链收缩，使肌肉变得更结实。使它们处于伸展状态的拉力显然来自水的晶格结构，即在肌浆球蛋白



分子周围形成的“冰”壳。如果这层“冰”壳迅速破裂，松开的原肌浆球蛋白的链就会开始收缩，于是紧紧地卷成一团。从三磷酸腺苷获得的能量是在打破“冰”的外壳时

消耗的，而不是在收缩的时候消耗的。这象冰一样的外壳，是在以后由肌浆球蛋白分子来恢复的。冰再一次拉长了原始肌浆球蛋白的链，使肌肉放松。

这“冰”的外壳在瞬间就能破裂。这时，如果一个自由质子正好离这个“冰山”最近，其中的一个水分子就会抓住这个质子。但是，由于一个水分子里只能有两个质子，所以它必

须立刻把自己的一个质子送给另一个邻近的分子。后者吸收了新的质子，又把自己的一个质子传给下一个邻近的分子。如此继续下去，这种反应就象电流一样立即影响到一系列的水分子，于是“冰山”就开始融化。

死 水

在第二次世界大战这一戏剧性的事件中，发生了三件特别神秘而有趣的事情，但这些事情并没有引起人们特别的注意。

第一件神秘的事情发生在法国。1946年5月16日，当纳粹军队进攻巴黎的时候，约里奥-居里 (Joliot-Curie) 实验室的两个法国科学家正往法国南方转移。他们带着几个密封的容器，里面装有185公斤水。在波尔多，他们把这些容器装上了英国船布兰帕克号 (Brampark)。他们在甲板上做了一个木筏子，把所有装着这种水的容器都牢牢地固定在木筏上。这样，船一旦被敌人的潜水艇击毁，这些容器也不至丢失。不过，这一次航行倒很顺利，这些货物安全运抵英国。

第二件奇事发生在丹麦。当时丹麦已被德国军队占领。在一个风雨交加的夜晚，著名物理学家玻尔 (Niels Bohr) 乘一只小船逃往瑞典。他带的行李中最宝贵的东西就是一个啤酒瓶，这是他最珍爱的一件东西。但是啤酒瓶只是一个伪装，里面装满了纯水。

第三件奇事比起头两件来并不逊色。它发生在挪威。1942年，挪威的一个小镇子尤坎被英国伞兵轰炸了。这一次轰炸的目的莫名其妙，很长时间都是个谜。直到战争结束之后，

这个问题才被弄清楚了。原来，这一次冒险行动仅仅是为了炸毁一个小工厂，因为这座小工厂里保存有 400 升水。

这些神秘的事情发生的真正原因就在于“重水”。

不久以前，人们才发现了重水。四十多年以前，美国科学家尤里（Urey）发现，除了普通的氢以外，还有重氢。重氢的原子比普通的氢原子重两倍。科学家们感到很不理解，因而，他们给这种新的氢命名为氘，好象它根本就不是氢，而是一种完全不同的物质似的。

众所周知：一个水分子包含两个氢原子和一个氧原子。有了重氢原子就能生成重水。新近，人们又发现了一种更重的氢，叫氚；此外还发现了两种重氧。水分子就是这些物质的原子的各种形式的组合。所以，任何一种水都是由 18 种不同的混合物混合而成的，其中有 17 种是不同种的重水。

在普通的水中，重水的含量微乎其微。含重氧的水分子占普通水的万分之十；而含氘的水分子只占万分之二。首次提取纯重水，仅仅是在战前试制原子弹的过程中取得成功的。正是由于这个原因，同盟国才采取了措施，防止重水落入纳粹之手。

重水象什么样呢？

研究得最深入的是含氘的水。从颜色、气味和味道上都无法把重水和普通的水区别开来。但重水对生物体是有害的。这样，关于活水和死水的传说曾流行很广。人们已经证明死水是不能维持生命的，所以称它为死水。

把植物的种子放入重水之后就不会发芽。重水里的鱼、单细胞动物以及微生物，在很短的时间内就会死亡。给老鼠喝了重水以后，它也活不长。如果给老鼠喝的重水经过了稀释，它们还可以免于一死，但它们还是要受到干渴的折磨。

重水常常引起死亡。甚至有人认为，生物体老化的原因就在于机体内部积蓄了大量的重水。但是这种看法仍然缺乏令人信服的依据。



普通的水中常有少量的重水，这对我们人体是否有害呢？回答显然是否定的。实际上，少量的重水对人体不仅无害，反而有益。这是因为它能加强某些生命过程。但是，大量的

重水却能阻滞这些过程。重水对于有生命的东西并非是致命的。但是，如果它对重要的生命过程产生任何明显的阻滞作用，它会造成致命的危险。

体 重

你知道你有多重吗？即使你最近才称过体重，也不要以为回答这个问题很简单。你知道你的体重在白天、在夜晚、在一个小时甚至 10 分钟内的变化吗？

人的体重随时都在变化之中。有些原因是很明显的，比如由于吃饭，我们的体重一时有所增加。还有其它一些原因也会引起经常的、缓慢的和很不容易被人察觉的变化。最早发现这些变化的是三百多年前的一位意大利医生桑托里乌斯。他建造了一台巨大的天平来观察他自己的体重变化情

况。他进行了一连数小时的观察，结果非常令人吃惊。来访者络绎不绝，纷纷来到他的实验室，目睹这位杰出的科学家的体重是如何变轻的。他的体重变化非常明显，一夜之间就减少了一公斤。

一个人体重减轻的原因很多。单是二氧化碳，过24小时就要失去75克至85克。这和从肺部排出的水分相比较，还是微不足道的。在24小时内，通过肺部丧失的水分就多达150至500克。通过出汗失去的水分就更多了。即使是不出大汗，一个人也总是在不断地出汗。

人身上的汗腺多得不计其数。这些汗腺的出口遍布整个体表。微小的汗珠就通过这些出口从体内排出。这种现象只有在显微镜下面才看得见。如果空气干燥，当新的汗珠还未来得及从汗腺里排出之前，原来的汗珠就已经挥发，皮肤容易保持干燥。在寒冷的气候条件下，通过皮肤挥发的水分在250—1700克之间。在炎热干燥的气候条件下，一个从事重体力劳动的人在二十四小时内排出的汗水多达10至15升。有时一个小时排出的汗就有4升。然而，即使是在这样的情况下，皮肤仍然可以保持干燥。根据并不夸张的估计，生活在南方的人假如活到七十岁，他一生中排出的汗就有70到150吨之多。这足足可以装满火车上的三个大储水罐。

出汗有什么好处呢？为什么机体内会排出如此大量的汗水呢？原来这是防止人体过热的一种机制。汗水蒸发时要消耗大量的热，蒸发一升汗水要用600卡热。如果人体释放这样多的热量，他的体温将会下降大约10度。但遗憾的是汗水在挥发过程中只能消耗一小部分热量。所以，出汗并不能降低体温，而只能防止过热。人的正常体温约为 37°C （腋下温度）。即使周围空气的温度高达 40°C 或 50°C ，只要水