

人体的化学组成和化学变化

目前，按照世界卫生组织的界定，44岁以前算青年人，45岁至64岁算中年人，65岁至74岁算青年老年人，75岁以上才算老年人。那么，人的生理寿命应该是多大岁数呢？按照生理学的原理，哺乳动物的寿命是它的生长期的5倍至7倍。而人类的生长期是用最后一颗牙齿长出来的时间，即20岁至25岁来计算的，因此人的寿命最短为100岁，最长为175岁。目前公认的人的正常寿命应该是120岁。××省××县有位老红军，1888年出生，今年已经是116岁的高龄了。他47岁参加红军，65岁结婚，生有一儿一女，1965年从新疆离休回老家，目前老人家身板仍然硬朗，耳聪目明，思维敏捷，语言流利，说起话来滔滔不绝。用他自己的话说：“活到120岁是没有问题的。”

可是，现在人的平均寿命只有70多岁。本应该在70~90岁时很健康，但有些人40岁以后健康状况就不好了，50多岁经常患病，60多岁就死了。

世界卫生组织的专家曾说过：“如果采取有效的预防措施，则可减少目前人类的一半死亡。”这就是说，人类一半的死亡是可以推迟的。就拿今年的“非典”来说吧，要不是各国政府高度重视，严密预防，还不知道要死多少人呢。因此，许多专家警告说：“许多人不是死于疾病，而是死于无知，死于愚昧。”

由于构成人体的物质的不断变化、运动，才有各种生命活动的产生。因此，认识和掌握人体知识，就要首先弄明白人体

内的这些物质的变化、运动规律，然后遵循其规律，因势利导，趋利避害，以利健康。

（一）组成人体的化学元素

人体是由许许多多复杂的生物分子组成的，这些分子按照严格的规律和方式依次形成细胞、组织及器官，最后在神经、体液及激素的调节下，形成了一个有生命的整体。

细胞是构成人体的基本单位。而存在于细胞内的各种各样的物质，每时每刻都在进行着千千万万的化学变化，成为人体生命活动的基本条件。

尽管人体是一个结构、功能非常复杂的生命机体，但人体在化学组成上却极为简单。

从分子角度来看

在人体中水占了主要地位，接近整个身体重量的三分之二，一个中等身材的成年男子的体重约 70 千克，在脱掉水分子之后就只有 25 千克了。这 25 千克中 糖类约 3 千克，脂肪约 7 千克 蛋白质约 12 千克，无机盐及微量元素约 3 千克。

从原子角度来看

氧、碳、氢、氮 4 种原子就占了人体重量的 96% 另外还有 30 多种原子，其总重量只占人体重量的 4%。具体说，一个 70 千克重的人体，其中氧原子占 45.5 千克，碳原子占 12.6 千克 氢原子占 7 千克，氮原子占 2.1 千克。此外，是无机盐成分，其中钙原子约占 1.3 千克，磷原子约占 860 克，硫原子约占 300 克，钾原子约占 210 克，钠原子约占 100 克，氯原子约占 70 克。还有占几克的铁、镁、氟、锌、铜等原子，以及占几毫

克的碘、钴、锰、钼、铬、硒等原子 还有很微量的钒、镍、锡、钨、锗、铈、锂、溴、硼、硅、砷、铝等原子和放射性元素的原子如钾₄₀ 铀等。尽管放射性元素的原子在裂变时，会放出高能粒子损伤人体细胞，但由于量少，且人体组织具有自行修复的功能，所以，只要这种损伤不超过人体组织的修复能力，人体就不会受到伤害。

从元素的角度来看

人体不断从自己的生存环境中，获得生长、发育和繁殖所需要的物质和能量。因此，现代人体内的化学成分及其组成比例，是在自然环境的长期影响下，进化、遗传、变异的结果。人体的化学组成与含量同外界环境的化学组成与含量，经常处于动态的代谢、变换，而又相对平衡的状态之中。现在地壳中的 90 多种元素，大都是人体的细胞、组织和器官的成分。但是，它们的含量和作用则各不相同。目前，已在人体内发现了 60 多种元素，分布在所有的细胞组织和体液中。其中，有的是营养元素；有的是在人体的生理、生化过程中起特定作用的元素；还有一些是在外界环境特异的条件下偶然进入人体的，这些元素或许对人体的生命活动有某些影响，或许对人体还有毒害作用。

目前研究认为，组成人体的基本元素有 30 多种 其中人体生命活动必需的大量元素有 11 种，其组成的物质占人体全部物质的 99% 以上；还有一些元素，也是人体生命活动所必需的，但人体每日需要量在 100 毫克以下，俗称微量元素，约有 20 多种。

许多无机盐在微量的情况下对人体有益，但如过量地吸收，则对人体产生毒性。人体通过动、植物和水吸收这些无机盐。由于动植物主要通过土壤、水源及岩石获得无机盐，因此，

地球化学与人类健康息息相关，如调查显示：硒元素缺乏的地方，容易发生心脏疾病；缺碘便会影响甲状腺的功能，导致甲状腺肿大，甚至造成精神疾病与胎儿、儿童的生长发育障碍等。

（二）构成人体的化合物

细胞是构成人体的基本单位，也是生命的结构基础。一个健康的成年人大约有 60 万亿个细胞，这些细胞都是由原生质构成的。

细胞之所以能够进行一切生命活动，是与它的化学成分密切相关的。所谓化学成分，就是各种化合物。这些化合物是人体细胞结构和生命活动的物质基础。

构成人体细胞的化合物，可分为无机化合物和有机化合物。无机化合物主要有水和无机盐；有机化合物主要有糖类、脂类、蛋白质和核酸。这些化合物在细胞中存在的形式和所具有的功能都各不相同。

1. 水

水是人体中含量最多的物质。但人体内水的含量随年龄、肥瘦的不同有相当大的区别。比如，初生儿水的含量约占体重的 80%，婴儿水的含量约占体重的 70%，学龄儿童水的含量约占体重的 68%，成年人水的含量约占体重的 65%；人的血液中水的含量高达 90%~92%；肌肉中水的含量占 72%~78%；细胞内水约占体重的 40%，细胞外水约占体重的 20%。在细胞外的水中，血浆中约占 5%，余下的 15%为组织间水。另外，人体水的总重量随着体内脂肪的增加而减少，因为脂肪

组织含水量较少。

水在细胞中以两种形式存在：一部分水与细胞内的其他物质相结合，叫做结合水，大约占细胞内水的 4.5%；大部分水在细胞中以游离态的形式存在，可以自由流动，叫做自由水。水是细胞内的良好溶剂。水的流动可以把营养物质送给细胞，同时也把细胞在新陈代谢中产生的废物运送到排泄器官或直接排出体外。水还有调节体温、润滑等其他功能。总之，人体的一切生命活动的重要化学变化都是在水环境中进行的。人体的生命活动是绝对不能离开水的。

2. 无机盐

无机盐在细胞中的含量只占细胞鲜重的 1%~1.5% 但对于生命活动却是必不可少的。大多数无机盐是以离子形式存在的，细胞中含量较多的阳离子有 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 等，含量较多的阴离子有 HCO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 等。

无机盐在细胞中有重要作用。有些无机盐是细胞内的某些化合物的重要组成部分，如铁是血红蛋白的主要成分；有些无机盐是人体某些结构的重要成分，如钙和磷是人体骨、牙齿中的重要结构成分；磷酸是合成磷脂、核苷酸等分子所必需的，如果缺少，就会引起人体发育不良，以致发生疾病。另有许多无机盐的离子，对于维持细胞内的酸碱平衡、调节渗透压、维持细胞的形态和功能都有重要作用，如血液中必须含有一定量的钙盐，如果含量太低，人体就会出现抽搐。当然，无机盐过多，也会对人体造成伤害，如钠盐过多，会损害血管和心脏，引发高血压。

3. 糖类

糖类（也称碳水化合物）是构成人体的重要成分，它是细胞的主要能源物质之一。糖类由碳、氢、氧三种元素组成。根据糖类水解后形成的物质，糖类可以分为单糖、二糖和多糖等几类。

(1) 单糖

单糖是不能水解的最简单的糖，包括葡萄糖、果糖、核糖、脱氧核糖和半乳糖等。葡萄糖是供给细胞能量的重要物质，核糖是核糖核酸的组成成分，脱氧核糖是脱氧核糖核酸的组成成分。

(2) 二糖

二糖（也称双糖）是水解后能够生成二分子单糖的糖。最重要的二糖有蔗糖和麦芽糖。蔗糖水解后生成葡萄糖和果糖，麦芽糖水解后生成二分子葡萄糖。在人的乳汁中还含有乳糖，乳糖分解后生成葡萄糖和半乳糖。

(3) 多糖

多糖是水解后能够生成许多个分子单糖的糖。最重要的多糖是淀粉和纤维素。淀粉在淀粉酶的作用下可以分解为麦芽糖。纤维素是细胞壁的基本组成部分，它具有巩固细胞结构的作用。

人体细胞中最重要的多糖是糖元，它是储存能量的物质。糖元沉积在细胞质中，肝细胞和肌肉细胞内含量最多，在肝细胞内的叫做肝糖元，在肌肉细胞内的叫做肌糖元。

淀粉和糖元经过酶的催化作用，最后水解成葡萄糖（如血液中的葡萄糖大约维持在 0.1% 左右）。葡萄糖氧化分解时释放出热能，每克糖完全氧化分解释放出的热能为 17.36 千焦，供人体生命活动的需要，因此，糖类是人体生命活动的主要能

源物质。

4. 脂类

脂类是一大类性质相近的物质的总称。主要包括脂肪、类脂(磷脂、糖脂)和固醇(固醇脂)。脂类由碳、氢、氧三种元素组成,有些脂类物质还含有磷和氮等元素。

(1)脂肪

脂肪的绝大部分存积于脂肪组织的细胞中。脂肪是人体内含量最多的脂类,成年男子的脂肪约占体重的10%~20%,稍高、肥胖的女子的脂肪可达体重的32%或更多,我国成年男子平均脂肪含量约占体重的13.2%。人体内脂肪的含量受营养状况和活动量的影响很大,例如,人在饥饿时由于能量消耗,体内脂肪就会不断减少,人体便逐渐消瘦。

脂肪是人体内储藏能量的主要物质,1克脂肪在体内完全氧化分解时,能释放出39.33千焦的能量。脂肪可以被有关的酶分解,如体内的胰脂肪酶和肠脂肪酶可以将脂肪分解成甘油和脂肪酸。

脂肪除了储存能量外,还有其他功能。因为人体的脂肪组织主要分布在皮下和内脏各个器官之间,所以脂肪还有减少内部器官之间摩擦和缓冲外界力量的作用。由于脂肪不容易传热,因此还有维持体温恒定的作用。

(2)类脂

类脂在神经组织中含量较多,此外,血浆中有以类脂、脂肪和蛋白质组成的血浆脂蛋白与清蛋白结合的非酯化脂肪酸,它们是人体的脂类的运输形式。

类脂主要包括磷脂和糖脂,磷脂是构成细胞膜的重要成分,在脑、肺、肝脏、肾脏、心脏中含量较多。

(3) 固醇

固醇主要包括胆固醇、性激素、肾上腺皮质激素和维生素D等。这些物质对维持正常的体内新陈代谢起着积极的作用。如胆固醇是人体必需的有机化合物，如果体内胆固醇的代谢异常，就会引起一些疾病。肾上腺皮质激素能够控制糖类和无机盐的代谢，还能增强人体的防御功能。总之，固醇类激素对于维持正常的新陈代谢和生殖过程，有着积极的调节作用。

5. 蛋白质

蛋白质是构成人体的基本物质，是细胞中最重要的化合物。蛋白质大约占细胞干重的50%，含量仅次于水，占第二位。蛋白质约占人体重量的18%居第三位。它又是细胞中各种结构的重要化学成分，由此可见，它是生命的重要物质基础。同时，每克蛋白质在体内氧化分解能释放出23.64千焦热能。

大多数蛋白质含碳50%~56%、氧19%~24%、氮13%~19%、氢6%~8%除此以外含硫0~4%。有些蛋白质含有磷，少数蛋白质还含有铁、铜、锌、锰、钴、钼等金属元素，个别蛋白质含有碘等非金属元素。

蛋白质是一种生物高分子化合物。例如，具有催化作用的酶、免疫功能的抗体、输送作用的血液蛋白、收缩功能的肌肉蛋白、某些激素、毒素等，它们的分子由几千个甚至几十万个原子组成，分子量从几万一直到几百万以上，如血红蛋白的分子量就是64500。

(1) 蛋白质的种类

蛋白质的种类很多，目前已知的人体内的蛋白质不少于4000种。

蛋白质按其化学成分的复杂程度可分为单纯蛋白质和结合蛋白质两大群。单纯蛋白质是指基本上只有氨基酸组成的蛋白质；结合蛋白质则是由单纯蛋白质和非蛋白质基团——辅基结合而成的。

人体各种器官、组织中的蛋白质含量表

器官与组织	占体内蛋白质总含量(%)
皮 肤	11.5
骨 骼	18.7
牙 齿	0.1
横 纹 肌	34.7
脑及神经组织	2.0
肝 脏	3.6
心 脏	0.7
肺 脏	3.7
脾 脏	0.2
肾 脏	0.5
胰 脏	0.1
消 化 道	1.8
脂 肪 组 织	6.4

蛋白质按其理化性质又可分为清蛋白、球蛋白、谷蛋白、醇溶谷蛋白、硬蛋白、粗蛋白和精蛋白 7 类。结合蛋白则按其辅基不同，分为核蛋白、糖蛋白、脂蛋白、磷蛋白、色蛋白和金

属蛋白 6 类。

(2) 蛋白质的功能

蛋白质的功能繁多，这是由于蛋白质分子结构的多样性决定的。

蛋白质是构成细胞的基本物质。例如人体的肌肉主要是蛋白质。

有些蛋白质有运输作用。例如红细胞中的血红蛋白和肌肉中的肌红蛋白都是运输氧的蛋白质。

有些蛋白质在新陈代谢的各种化学变化中起着催化作用。例如参与体内各种生命活动的酶。

有些蛋白质有运动功能。例如肌肉中的肌动蛋白和肌球蛋白相互协调滑动，使肌肉收缩而产生运动。

⑤有些蛋白质有调节作用。例如胰岛素和生长激素都是蛋白质，能够调节人体的新陈代谢和生长发育。

⑥有些蛋白质有免疫作用。例如人体内的抗体是特异性蛋白质，它能消除外来蛋白质对身体生理功能的干扰和伤害，起到保护作用。

⑦有些蛋白质在生命活动中起着更为高级的作用。例如，大脑及神经中的某些蛋白质起到传递信息、思维以及记忆的作用。

(3) 蛋白质的组成

蛋白质的基本单位是氨基酸，每个蛋白质分子实际上是由不同种类的成百上千的氨基酸按照一定的排列次序连接而成的长链。氨基酸是载有遗传信息的最小单位。目前已知的组成蛋白质的氨基酸大约有 22 种，但常见的只有 20 种，其中 8 种氨基酸是人体不能自己合成的，必须从食物中补充才能得到，它们是 赖氨酸、色氨酸、苯丙氨酸、亮氨酸、异亮氨酸

苏氨酸、甲硫氨酸和缬氨酸，它们对于人体的生命活动是不可缺少的。

一切蛋白质都是由 22 种氨基酸组成，但是不同的蛋白质其氨基的配比不一样，这个比值叫做氨基酸模式。人体蛋白质是由膳食蛋白质分解为氨基酸后，重新组配而成，如果膳食蛋白质与人体蛋白质的模式愈接近，那么合成人体蛋白质后多余的氨基酸就愈少，这种食物蛋白质的利用率就愈高。所谓高蛋白食物就是指蛋白质含量高的食物，而优质蛋白食物是指蛋白质所含氨基酸与人体蛋白质的氨基酸组成接近的食物。母乳、蛋类、鱼类、牛肉中的蛋白质含量最高，其次是猪瘦肉、牛奶、大豆等。

6. 核酸

核酸是一种高分子有机化合物，分子量很大，大约是几十万至几百万。核酸呈酸性，它的分子中除含有碳、氢、氧、氮 4 种元素外，还含有大量的磷元素，个别的核酸分子中还含有微量的硫。

(1)核酸的分类

核酸的基本组成单位是核苷酸。每个核酸分子是由几百个到几千个核苷酸互相连接而成的长链。

核酸可分为两大类：一类是含有脱氧核糖的，叫做脱氧核糖核酸，简称 DNA，主要存在于细胞核内，结合在染色体上，它是细胞核内的遗传物质；另一类是含有核糖的，叫做核糖核酸，简称 RNA，主要存在于细胞质中。

(2)核酸的功能

核酸是人体的基本组成成分之一，在细胞内大部分是与蛋白质结合为核蛋白而存在。核酸是人体具有遗传特性的物

质基础，因此，对人的繁殖、发育、遗传和变异起着重要作用。核酸是基因自主修复的原材料，是基因在体内存在的载体，是合成蛋白、促进细胞分裂、表达生命信息的物质基础。

核酸在体内至少有如下功能：

有助于基因的养育和损伤基因的自主修复。

保证人体的能量供应。

抗氧化功能，消除促使人体病变和老化的自由基。

提高免疫功能。

改善微循环。

⑥调节蛋白质的合成及营养平衡。

⑦运输氨基酸。

⑧调整微生态平衡，促进骨骼发育。

⑨促进大脑神经细胞的分裂，增强记忆能力。

⑩延缓细胞衰老，延长人的寿命。

核酸缺乏，就不能制造出足够的健康的基因，同时，人体大量受损基因也无法得到及时自主修复。而基因受损是疾病和衰老的根本原因，因此，没有充足的核酸环境，人就会患病和衰老。

7. 激素

激素是内分泌细胞产生的一类化学物质，主要由蛋白质组成。这些物质随血液循环于全身，并对一定的组织或细胞发挥特有的作用。它是人体内的化学信使，像邮递员那样，将命令基因打开或闭合的信息送给组织细胞，从而对细胞、组织的生长发育、新陈代谢及修复活动起调节作用。

人体内能分泌激素的腺体有多种，其功能各异。如脑垂体分泌的促甲状腺激素、促性腺激素、促肾上腺皮质激素和生长

激素，甲状腺分泌的甲状腺激素，胰岛腺分泌的胰岛素、胰高血糖素，肾上腺分泌的盐皮质激素、糖皮质激素，性腺分泌的性激素等，还有胸腺分泌的胸腺素和前列腺分泌的前列腺素等。

激素是调节人体正常活动的重要物质，对人类繁殖、生长发育以及适应内外环境的变化都有重要作用。当某一激素分泌失去平衡时，就会发生相应的疾病。

激素由内分泌腺体分泌后，直接进入腺体内的毛细血管里，随着血液循环而输送到全身各处，并且发挥调节作用。人体对激素的需要量极少，所以激素在血液中的含量极少，只有百分之几微克。但是它对于人体的新陈代谢等生理活动，却起着重要调节作用。与神经系统的调节作用相比较，激素调节的作用比较缓慢，但是作用的时间比较长，作用的范围也比较广。

随着人的年龄的增大，各组织器官功能逐渐衰退，人体内的某些激素水平会急剧下降。如绝经期的妇女雌激素减少、老年男性睾丸激素显著下降等。而这些物质的严重缺乏，最终将不同程度地影响人体健康。

（三）营养物质的吸收与交换

食物是人类维持生命、赖以生存的物质基础。人体是否健康，与摄取的营养物质有着极其密切的关系。

1. 营养物质的吸收

人类的营养物质，包括糖类、蛋白质、脂肪、水、无机盐、维生素、纤维素等 7 大类。在人体所需要的 60 多种营养成分中，蛋白质、脂肪和糖类被称为三大营养素。

(1) 营养物质的生理功能

为身体的生长和组织的修复提供原料。

为人体进行各项生理活动和保持体温提供能量。

调节体内生理活动等。

(2) 营养物质的吸收过程

营养物质的吸收是指包括水分、无机盐等在内的各种营养物质通过消化道的上皮组织细胞进入血液和淋巴的过程。人体全部细胞所需要的营养物质，都必须经过这个生理过程才能获得。

消化道的部位不同，吸收营养的情况也不同。

口腔和食管内基本上不吸收什么营养物质。

胃内只吸收少量的水分、无机盐和酒精等。

大肠内也只能吸收少量的水分、无机盐和部分维生素等。

小肠是吸收营养的主要场所，这是因为小肠在形态结构上表现出适于吸收的特点。

小肠总长约 5~6 米，其黏膜上有许多环形的皱襞，并且拥有大量的小肠绒毛，因而使小肠的吸收面积增大了 30 倍，这样就使吸收面积可达到 10 平方米。

小肠的绒毛壁是由一层柱状上皮细胞构成的，每个柱状上皮细胞朝向肠腔一面的细胞膜上，又有许多微绒毛，其数量多达 1 700 条。由此使小肠的吸收面积又增大了 20 多倍，即总共使小肠的吸收面积增大了 600 多倍，就是说总的吸收面积达到 200 平方米以上。

小肠绒毛的上皮细胞在吸收营养物质时，一部分（如水、胆固醇）是通过渗透、扩散等作用来吸收的；另一部分（如葡萄糖、氨基酸等）是通过主动运输来吸收的，但主动运输需要消耗细胞内的能量。

在被吸收的营养物质中，除了脂类物质的一部分被吸收到小肠绒毛内的毛细淋巴管，由淋巴循环再进入血液循环以外，其余的营养物质全部被吸收到小肠绒毛内的毛细血管中，直接进入血液循环。

由此可知，所有外界进入体内的营养物质，大都由小肠吸收，然后进入动脉血液中，通过血液循环，送到人体各组织器官，供生命活动利用。

2. 体内物质的交换

我们知道，人体内有 60 万亿个细胞，这些细胞中的绝大多数都没有直接与外界环境接触，那么，它们又是怎样吸收营养物质，排出废弃物质的呢？也就是说，它们是怎样进行物质交换的呢？

(1) 体内细胞的物质交换

人体内含有大量的液体，这种液体统称为体液，约占人体总重量的 65%。体液存在于细胞内的部分叫做细胞内液，存在于细胞外的部分叫做细胞外液。

细胞外液主要包括组织液（组织间隙液的简称）、血浆（血液的液体部分）和淋巴液等。

人体内的细胞外液构成了人体内细胞生活的液体环境，这个液体环境叫做人体的内环境，以区别于人体所生存的外界环境。

细胞与内环境之间可以进行物质交换。组织液与血浆之间只隔着毛细血管壁，水分和一切能够透过毛细血管壁的物质，可以在两者之间互相交换；组织液还可以渗入毛细淋巴管，形成淋巴。因此，通过内环境，人体内的细胞与外界环境之间就可以间接地进行物质交换了。

人体消化系统所吸收的营养物质，呼吸系统所吸入的氧气，都要通过循环系统才能运输给体内的全部细胞；而体内细胞所产生的废物，也要通过循环系统运送到泌尿系统等，排出体外。

总之，人体内细胞只有通过内环境，才能与外界环境进行物质交换。并且依靠各种器官、系统的分工合作，才能使新陈代谢和其他各项生命活动得以顺利进行。

(2) 体内的气体交换

人体在新陈代谢过程中，不断地消耗氧气，同时产生大量的二氧化碳气体。氧气需要由外界吸入，二氧化碳需要排出体外。因此，人体需要每时每刻不断地与外界环境之间进行气体交换，这个过程就是呼吸。

呼吸若发生障碍，将会引起组织缺氧和二氧化碳的堆积，影响新陈代谢的进行，甚至危及生命。

外呼吸：人体通过呼吸运动和血液循环，从外界环境中吸入肺泡内的空气与肺部毛细血管内的静脉血之间，可以不断地进行气体交换。

氧气由肺泡向静脉血扩散，而二氧化碳则由静脉血向肺泡扩散。经过这种气体交换后，静脉血就变成为含氧丰富的动脉血。人体从外界环境吸入氧气和排出二氧化碳的这一过程，叫做外呼吸。

内呼吸：肺部血管中的动脉血通过血液循环，不断地把氧气输送到全身的各种组织，组织细胞与血液之间就可以不断地进行气体交换。

氧由动脉血经组织液向组织细胞扩散，而二氧化碳则由组织细胞经组织液向动脉血扩散。组织细胞得到了氧，就可以进行有机化合物的化合和分解了。

人体内的全部细胞从内环境吸入氧和排出二氧化碳。以及氧在细胞内的利用这一过程，叫做内呼吸。

(3)呼吸的四个阶段

综合以上所述，呼吸的全过程，包括以下四个连续的阶段：

肺通气。即大气与肺内的气体交换。

肺换气。即肺与血液间的气体交换。

气体在血液中的运输。

组织换气。即血液与组织间的气体交换。

经过这些过程，氧气到达组织内，组织经过代谢产生的二氧化碳则被排出体外。所以，呼吸必须经过两次气体交换和一次运输。

气体交换即气体出入血液的过程，是依靠气体的压力差作为动力来完成的。

肺功能有障碍时，会影响气体交换。如支气管哮喘，使呼吸道阻力增加，从而增加右心负担，严重时将导致右心功能不全，出现肺原性心脏病。

肺循环出现障碍时，气体交换自然也就不能顺利进行。由于氧气的扩散速度比二氧化碳气体的扩散速度慢得多，因此气体交换发生障碍时，主要会影响氧气的交换，从而表现为人体缺氧。

氧在血液中的运输，是因为血液中血红蛋白里存在铁离子，所以氧气能与血红蛋白结合形成氧合血红蛋白。不过这种结合是一种疏松的氧合，而不是氧化，其特点是能够迅速的结合，也能迅速的离解。

另外，人体在呼吸过程中，如果将一氧化碳吸进肺里，会产生不良后果。这是因为，一氧化碳与血红蛋白的亲合力是氧气的 200 倍，过多的一氧化碳和血液里的血红蛋白结合成碳