

主编：崔允文

时间生物学



北京科学技术出版社

SHIJIAN SHENGWUXUE

Q
C/W

Yx112/04

时间生物学

主 编 崔允文
编写人员 崔允文
 邬扬清
 张瑾峰
 陈树伟
 张 靖
 彭树森



A0284598

北京科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

时间生物学/崔允文主编. - 北京:北京科学技术出版社,
1996

ISBN 7-5304-1812-2/R·344

I. 时… II. 崔… III. 时间生物学 IV. Q

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 17461 号

北京科学技术出版社
(北京西直门南大街 16 号)
邮政编码:100035

各地新华书店经销
北京交通印务实业公司印制
850×1168 毫米 32 开本 12.75 印张 286 千字
1996 年 7 月第一版 1996 年 7 月第一次印刷
印数 1~3000 册

定价:22.00 元

内 容 简 介

时间、空间和物质，是宇宙万物的基本。世间的一切事物，无例外地带
有各自特异的时空色彩。节律，是万物自我表现（运动）的基本形式，它以
时空来度量、展现。生命，就是一种特殊形式的物质运动，它是物质、能量
和信息诸变量在特定时空的“表演”，其运转有赖于生命系统有组织整体守
时和对空间环境的合拍。变，是绝对的，不变只是相对的。节律（自然节律
和生物节律），同样是在不变中变动。时间生物学和时间医学的研究，证实了
这一点。这两门学科的建立，对分析和阐明生命本质、机能特色以及解决人
类健康、乃至延年益寿具有重大意义。

前 言

当今的社会，已进入信息时代。信息的重要特征之一，就是时空性。此时（时间性）此地（空间性）的有效信息，在彼时（另一时间）彼地（另一空间）可能是无效或效果不同。这一点，对认知任何事物都是十分重要的。时间生物学，就是一门涉及时空、强调时空运动特性，即节律性的学科。从发展历史上说，它是一门古老的学科；若就现代科学标准衡量，却是一门年轻的学科。这门学科的发展迅猛，前景诱人。正是由于具有年轻的一面，致使理解者并不太多，也谈不上成熟，乃至出现各种各样的错误认识。基于这一背景，作一系统的全面介绍无疑很有必要。

时间和空间，本来就是万物的自我和他我。遗憾的是，不少人视而不见，漠视它的存在和影响。生命，在于运动；有节律的运动，是最合理、最经济的。节律，是以时空来体现。生命的展现，是按特定时空程序运转和表述。也就是，这一程序存在着明确的节律性。很多疾病的产生发展，都可以通过节律来认知。当一个人受到冲击，不论这种冲击是来自内部还是外部，只要打乱了原来应有的节律（阈值），就可能导致疾病出现。也就是说，当各种（或某种）生物节律受到干扰，造成相位不合拍、不协调时，人就会感到不适、心情抑郁，乃至发生疾病。

可以认为，对生物节律和生命的时空过程进行深入的探索，将在生物医学领域开创一个美好诱人的新纪元。基于人们对生物节律和时空因素在生命科学研究中的决定性作用趋于共识，大大加快了时间生物医学各分科的进程。据悉，近期在以色列召开的第20届国际时间生物学会议拟定的讨论课题中，就包括众多方面。例如，生物节律和心血管系统；生物节律和内分泌系统；生物节

律和睡眠觉醒周期；昼夜节律和人类心理功能；生物节律的遗传基础；昼夜节律的分子基础；情感障碍；时间药理学；时间生理学；时间流行病学；生物钟的神经调节；生物资料采集、分析和仪器装置等。有报告说，作为这一进展的技术先导，时间生物医学工程已在分子节律研究、疾病时间治疗、自动生物采样和程序给药装置等众多方面的研究中取得重大成果。

节律，是自然和生物都拥有的一种性状。人和其它生物一样，都必须依赖和适应自然环境。昼夜节律，就是人和自然协调一致的具体表现。无疑，由于一天内的生物学时间变动，机体的各种表现（包括抵抗力强弱）不可能都一样。已知，各种过敏性哮喘的发作存在特定时间，药物对它的效果也随一天24小时的生物学时间变动而发生差异。生物学和医学，本应无例外地重视节律的存在，对它进行认真研讨。调控生物节律运转和表达的生物钟，走时十分准确。生物信息的表达，是一个过程，它不是整体等于部分之和的静态集合。这一点，很重要。在考虑问题时，除考虑遗传、环境因素时，还必须重视随时间而发生的变动（偶然的、周期性的）。时间生物学的目的，是从时间划分健康和危险情况下的扰动，而不是疾病。生物时间结构研究提供的资料，对提高疗效，赋予健康、危险和疾病新定义。时间生物学对医学的主要贡献之一，就是改变既往根据任何时间内取得的量值去诊断、治疗疾病的惯例。认真注意择时检查，就能在一些疾病尚未出现症状前，仅是有节律变动的情况下便做出诊断。

科学的生命在于创新，这很重要。但是，怎样继承发展，也不能忽视。现代科学技术的发展势头，一浪高过一浪。如何迎战，已摆到议事日程了。横断科学、边缘科学一再涌现，冲击着人们。基于这一形势，我们进行了一次又一次的尝试，努力融化、吸收最新的知识成果，在首都医科大学选修课教材基础上，编写成本书。

本书的涉及面很广，而我们的水平有限，虽尽了最大的努力，

错误、遗漏实难避免。期望各界指正。有必要说明，本书取材属于我们者甚少、甚少；大部分却是借用他人的成果。参考书目，只列出一部分，还有相当大的部分未列出。在此，一并向这些作者表示谢意和歉意。可以说，某种意义上这是一部集体作品，我们仅是执笔者。本书能顺利出版，首先要感谢北京科技出版社等单位的大力支持，感谢本书引用资料的作者，感谢本书的合作者和审阅者。

编者

目 录

第一章 时间和空间	(1)
第一节 时间的定义与本质.....	(1)
第二节 时间的计量与特征.....	(2)
第三节 一昼夜的时间.....	(4)
第四节 人对时间的感知.....	(5)
第五节 空间的定义与本质.....	(8)
第六节 人与自然	(12)
第七节 空间与人生	(20)
第八节 几个值得关注的问题	(24)
第九节 时间与人生	(28)
第十节 耐人寻味的“最佳时间”	(32)
第二章 生物节律	(36)
第一节 节律是万物的基本	(36)
第二节 生物(人)有哪些节律	(40)
第三节 节律的发育与个体差异	(49)
第四节 节律的同步因素与失同步	(58)
第五节 人体节律类型的判断与描述	(78)
第六节 古人对生物节律的认识及应用	(88)
第七节 生物节律理论是一门科学吗.....	(102)
第三章 生物钟系统	(128)
第一节 什么是生物钟.....	(128)
第二节 低等动物的生物钟.....	(136)
第三节 高等动物的生物钟.....	(140)
第四节 植物的生物钟.....	(148)

第五节	胎儿（胎仔）的生物钟·····	(149)
第六节	人体 24 小时的生物钟表现·····	(153)
第七节	生物钟的失灵与调整·····	(156)
第四章	时间生物学和时间医学·····	(162)
第一节	时间生物学的定义与发展·····	(163)
第二节	人的生物学时间·····	(167)
第三节	时间生物学资料的搜集、分析·····	(171)
第四节	时间医学的形成·····	(188)
第五节	时间医学的发展·····	(199)
第五章	时间生物医学的主要分科·····	(220)
第一节	时间生理学·····	(220)
第二节	时间病理学·····	(226)
第三节	时间前病理学·····	(232)
第四节	时间诊断学·····	(232)
第五节	时间治疗学·····	(237)
第六节	时间针灸学·····	(243)
第七节	时间药理学·····	(247)
第八节	时间药物动力学·····	(252)
第九节	时间毒理学·····	(259)
第十节	时间药效学·····	(260)
第十一节	时间功效学·····	(262)
第十二节	时间免疫学·····	(264)
第十三节	时间营养学·····	(267)
第十四节	时间精神病学·····	(271)
第十五节	时间流行病学·····	(272)
第十六节	时间遗传学·····	(275)
第十七节	时间症状学·····	(277)
第十八节	时间优生学·····	(280)
第十九节	时间育儿学·····	(291)

第二十节 时间护理学.....	(302)
第二十一节 其他分科.....	(307)
第六章 几项研究和展望.....	(314)
第一节 出生与死亡.....	(314)
第二节 睡眠与觉醒.....	(327)
第三节 消化、吸收与代谢.....	(335)
第四节 血液成分.....	(342)
第五节 心与脑.....	(348)
第六节 展望与问题.....	(365)
附录 汉英时间生物学术语检索说明.....	(371)

第一章 时间和空间

时间和空间本寓于宇宙，二者共同构筑成表达事物的统一体。空间物质的运动，体现为昼夜、春夏秋冬的时间变动；而时间的流逝，又体现出空间物质的位移。事实上，时间和空间就是一个统一体，二者同时存在，不可分割。万物就在其间发生发展，并受其影响。

第一节 时间的定义与本质

时间的存在，远比人类历史还长久。它由过去、现在和未来构成，是一个连续体系。可以说，它是一个物质运动、变化的具体衡量的尺度之一。

关于时间的本质，人类已争论了二、三千年，至今尚未停息。闵可夫斯基提出四维空-时连续系统理论。目前，人们倾向认为，时间是物质世界的第四维。潘宁堡说，“真实的物理世界是三维欧几里德空间，而不是四维闵可夫斯基空-时。时间的量纲是长度，它不是空间之外的某种独立存在”。很明显，任何物体的时间，都必须通过与另一物体的时间相比较方能体现出来。任何作惯性运动的物体，都是理想的计时标准。

时间是什么？《韦氏新大学生辞典》说，“时间，1. 是一个动作或一个过程等所持续时期的延续；是已经测量或可以测量的持续量……7. 是用钟或日历来指示或决定的一个确定的时刻、小时、日或年。”《美国世袭辞典》说，“时间是一个非空间的连续统一体，发生在这个连续统一体内的事件，从过去、现在到将来。明显地具有不可逆性和连续性。要区分或识别发生在这连续体内的二个点的事件，从本质上说，只能依靠选择一些有规律的周期性

事件，例如太阳的出没，即记录太阳在某一持续时间间隔内重复出没的次数”。时间，这个词具有既可区别又相联系的两种含义，即时刻和时间间隔。前者，指时间尺度的特定某一瞬间；后者，指某一特定时间段的间距。例如，什么时间开始，它指的就是时刻；需要多久才结束，它指的就是时间间隔。时刻和时间间隔二者，存在相同的计量单位，即：日、时、分、秒等。但是，二者的使用却有差别。

总的说，时间的本质在于它的物理性。它的存在，并不依赖于人的意志。可以认为，它是宇宙万物发生、存在乃至运动的一种基本形式。

第二节 时间的计量与特征

人类对时间的确定，已由太阳位置转移到一个更复杂的系统。它涉及天文学、物理学、电子学、统计学诸领域的范畴。通常，在人们的实际生活中，对时间的计量是用小时、分和秒来计算的，但是，时间服务部门对时间的报时，准确度已控制到几百万分之一秒内。就计时的起点说，大约有下列几种：一是用于邮电部门和交通部门的午夜零时；二是用于日常生活的午夜零时和正午12时；三是用于裁判的秒表零点等。当人们要确认某一质点曾在空间的相应位置时，就得先标定它在该位置的特定时间。至于时间的方向，一般采用从过去到未来这种形式；但也有采用逆向计算（倒数计算）的。也就是，从现在到过去。这可见于航天部门。

根据考证，人类最早认知的第一个时间单位是“日”，而不是“小时、月和年”。远古，就有“结绳记日”和“刻木记日”来计算时间的方法。在中国，最早的时间记载见于殷商时代的甲骨文干支表。干，就是天干。它由“甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸”组成。支，就是地支。它用“子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥”表示。一个天干配一个地支，构成一

对干支。这样的一一配对，可配成六十对，叫做六十甲子或六十花甲。人们只要选定某一天作为始点，就可计算出以后的时间了。干支纪年法，据信起源于东汉初期。时至今天，人们仍在沿用。

《灵枢·卫气行》指出，时间可以通过观测星空二十八宿来认知：一日为一百刻，一周为二十八舍，故日行一舍为三又七分之四刻。《内经》还用一日呼吸的息数和脉搏数来计算时间。《灵枢·五十营》说，人一日一夜呼吸 13500 息；《素问·平人氣象论》说，呼吸定息脉五动。

时间特征，就是用以表示物质运动与时间之间的关系用语。人们常遇到这样的问题：运动从何时开始，又在何时结束（时刻）；持续了多久（持续时间）；频率如何（节拍）；时间结构又怎样（节律）等。这些问题，就是时间特征。很明显，光有时间特征尚不能有效地显示运动的性质，还得有空间特征方能完满地表达。时刻，就是点、体和物体系统位置的时间量度。时间间隔，是表示时刻从计时的起点至结束。时刻的确认，不仅用于运动的开始和结束，并用于判定众多重要的瞬间位置。持续时间，同样是一个时间量度；它表示结束时刻和开始时刻二者的差值大小，也就是限定运动始末二个时刻的时间间隔。时刻只是二个时间间隔之间的分界，它自身并没有“持续”的含义。基于此，在测量持续时间时，就要采用同一的时间参考系。计时的起点和单位，都需标准化和规范化。节拍，指在持续时间相等的重复动作表征。也就是，单位时间内重复出现的动作次数，即频率。节拍，它与持续时间成反比，每一动作的持续时间越长，意味节拍越慢。节律，是每一动作相互关系的时空量度；它根据动作各部分持续时间的比例来认知。可以说，节律表达了每一动作之间的时间比，它除了具有时间指标（特征）外，还兼有空间指标（特征），从而划分成各各相应的时相特征。

随着人们对时间认知的深化和科学技术的进步，计算时间的方法和计时仪器，已由圭表测日、日晷测日、铜壶滴漏（水钟）、

机械钟、电子钟到日光钟……；计算规模由日、小时、分、秒到百万分之一秒、几十亿分之一秒，乃至采用光年（光在一年中所走的里程，约九万四千六百亿公里）。

第三节 一昼夜的时间

据文献记载，小时的概念在中国和古埃及最早提及。初始，人们把白天分为10个小时，夜间分为12个小时。《左传·昭公五年》说，“明夷，日也。日之数十，故有十时，亦当十位”。随后，又有百刻制和十二时辰制。百刻制，就是把一天划分为一百等分。十二时辰，就是把一天划分为十二小段，分别以“子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥”表示。每一小段，又分初、正二部分。西汉末年，改为一天120刻。6世纪初，改为一天96刻和108刻。至隋文帝，又恢复为百刻制。清初，再度采用96刻制。唐代以后的十二时辰制已具有当今24小时一天的含义。半夜为子时，正是一天的开始和结束。子时相当于23时至次日1时，子初是23时至零时，子正是零时至1时。午时相当于白天的11时至13时，午初是11时至12时，午正是12时至13时……

中国古代的记时方法，主是要根据太阳的升落，天色的明晦，将一昼夜划分为不同时段。殷商甲骨卜辞中，就有“旦”（清晨）、“夕”（傍晚）、“明”（黎明）、“日中”（中午）、“昃日”（下午）、“昏”（黄昏）的记述。《左传》有“十时”的划分。《淮南子》有“十五时”的划分。那时候，一天中的时段都是昼多夜少。这可能与人类当时的活动以白天为主有关，要求白天较精确定时以满足劳动和人际交往的需要。汉武帝太初元年的“太初历”，把一天分为十二时：夜半、鸡鸣、平旦、日出、食时、隅中、日中、日辰、晡时、日入、黄昏、人定。后来，改用十二地支表示。每2小时为一时段。《灵枢·卫气行》说，“岁有十二月，日有十二辰，子午为经，卯酉为纬”。《灵枢·经别》和《灵枢·邪客》都有十二

辰的记述。现今的一昼夜均分为 24 小时，每小时 60 分，每分 60 秒这种计量法，是后来才启用的。现代人类的文明生活离不了它。

第四节 人对时间的感知

研究表明，人对时间的感知与计时器所量度出来的时间值是不一致的。原因之一是，时间并非象光那样，具有刺激性，能用肉眼感知其存在。人对时间的认知，只能通过相对持续和不断改变的体验而间接感受到。生活中就有这样的事例：当心境不佳时，往往感到时间好象长些；当心境欢快时，又会觉得时间好象短些。这提示着人的精神情绪状态，影响着人对时间的体验。这涉及到人对时间信息的处理状态。时间信息的来源主要有三：一是生物信息。生物有机体拥有其自我的生物节律信息，它主要以近似 24 小时的时间周期运转，在没有其他信息来源时也可保持这种运转状态。二是宇宙环境信息，又叫自然节律信息。昼夜、季节交替等，都是人对时间感知的信息源。三是钟表和年历信息。人类的生产和生活作息活动，无一不需有一个时间的确切参照物。计时器和年历等，都是重要的时间参照物之一。计时器有多种多样，但总的要求却只有一个：就是必须走时均匀，并且准确（严格的重复性）。计时器的走时越均匀，也就越接近理想。毫无疑问，绝对均匀，是不可能做到的。也就是，总会出现或多或少的偏离；变动着的量度，可能是最现实和最确切的“时间”。每一物质，都会拥有其自我运动的严谨固有时间（变中不变或不变中有变的运动节律）。它的消逝（不存在），与物理性质和化学性质有关。变，是绝对的；不变，只是相对的。有人根据地球运动减慢的速度原理计算，认为在很早以前，也就是地球尚未形成地壳时的一天只有 4 小时；40 亿年前的一天只有 8 小时；30 亿年前的一天只有 11 小时；13 亿年前的一天只有 18 小时；5 亿年前的一天只有 21 小时；2 亿年前的一天只有 23 小时；6 千万年前的一天，才有 23.7 小时。

当今的一天 24 小时，是经历了漫长的时间才实现的。《世界科技导报》在 1989 年 8 月 8 日刊登一则消息说，地球自转速度减慢，每天的时间在延长。美国航天局研究人员发现，地球每一天的时间都要比前一天延长七百分之一秒，即每过一年，一天的时间就要延长半秒。另有报告说，倘若地球转速仍按历史上那样均匀减慢的话，2 亿年以后的一天，将是 25 小时；10 亿年以后，将是 80 多小时；更遥远的未来，人们将可“饱尝”度日如年的滋味了。

人，对周围世界的认知有二种方式：一是时间的知觉；二是时间的表象。时间，不仅与任务的内容有关，并与人的态度、动机以及采用的方法有关。维纳把信息看成是分布在时间上的可量事件的离散或连续序列，也就是统计学者说的所谓时间序列。许多时间序列构成“统计系统”，即时间序列的系统或信息的系统。各时间序列，就是这一系统的一个“元”或“成分”。信号，如果按照控制论的观点说，也是一种时间序列。一串随时间变动而又相互关联的数字序列，叫做时间序列或动态数据。举例说，某地历年的月死亡率和月死因死亡率等，可用 x_1 、 x_2 、 x_3 ……或 x_t ($t=1, 2, 3\cdots$) 来表示。时间序列分析，是应用概率统计的一个重要分支。时间序列分析的基本方法，首先是“建模”，根据给定的时间序列选择合适的数学模型。通过对模型中参数的估计，使模型具体化。然后，从具体模型的实际出发，进行预报和控制。

信号的系统，也是一种统计系统。要知道，刺激物能成为信号的基本条件之一，就是它能与刺激物在时间上的结合。很明显，无关刺激必须与无条件刺激同时作用于一个时间上，并且必须是先出现无关刺激，随后再出现无条件刺激。如果时间顺序颠倒的话，无关刺激就不可能变成条件刺激，也就不成为其信号了。不少事例表明，动物和人时间因素自身是能建立起条件反射的。延缓反射，就是一个例证。基于这一认识，可以说：时间也是信号。大脑，拥有区别时间的能力。时间反射就是其一。感觉器官的兴奋性，随不同刺激的性质而有所不同。信号，具有重要的生物学

意义。已知，具有较高生物学意义的刺激信号，能降低兴奋阈值，提高兴奋性；或者相反，提高兴奋阈值，降低兴奋性。有理由认为，时间信息在人类意识中的反映，保护了人类对变动着的外界条件做出最佳应答（良好适应）。时间条件反射，可以说是人类对时间系统的最基本适应。有报告说，食物性时间条件反射，在婴儿降生后的7~8天发生；呼吸性时间条件反射，出现在对声音刺激的呼吸性条件反射产生之前。若与同时发生的眨眼时间条件反射相比，呼吸性时间条件反射具有较明显性和巩固性。它往往比眨眼反射出现得早。形成植物性时间条件反射，是人类适应时间系统的又一高度完善化表征。这么一来，人体生命机能的周期性变动，就更能适应周围环境的节律性周期变动。人类的躯体-运动性时间条件反射，存在着相当复杂的过程。人们倾向认为，应答外界环境直接的节律性作用的运动性时间条件反射，主要是在第一信号系统水平上形成和实现的。基于人类的运动能力是与语言机能紧密联系的，因此，这些过程也就少不了渗入第二信号系统的作用。词的刺激，对形成和实现运动性时间条件起着重大作用，这不会使人感到意外。毫无疑问，在第二信号系统的参与下，会使人类在节律性重复直接刺激下的运动性时间条件反射，将获得特殊的性质。业已证实，人在直接节律性刺激影响下，能自发地重现所拥有的节律。至于重现的精确程度，随年龄（时间）而提高。随意反应方式的时间条件反射，约在6~7岁开始。初始，慢而困难；往后（年龄增长），变得快和容易了。

人感知时间间隔的器官，并不只限于大脑。人体内的其他部位，也同样存在能感知时间的计时器（钟）。这些结构，随时会左右着人对时间的感知。在此，我们简介一个事例：H·霍格兰（H. Hogland）的“主观时间生理变化冲击实验”。有一天，霍格兰的夫人生病，他去药房为夫人买药。大约20分钟后，便返回家中去看望生病的妻子。霍格兰夫人很生气，责怪他离开的时间太长，不止20分钟。尽管霍格兰再三解释，也不能平息妻子的怒气。后来，