

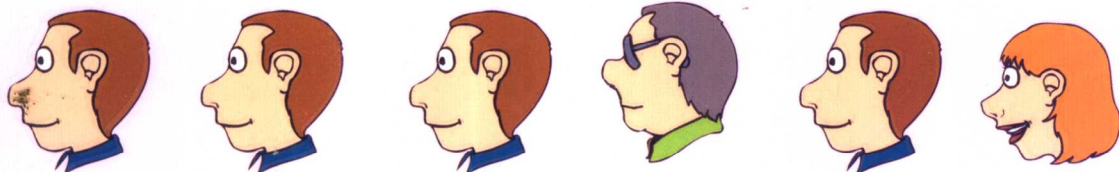


为孩子写的

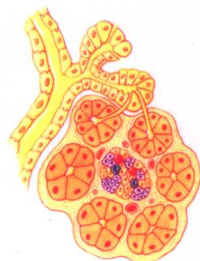
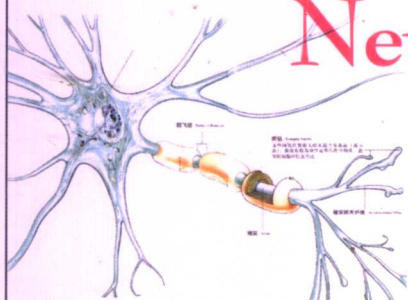
第4册 (提高读本)



脑科学知识



Neuroscience for kids



大脑后动脉
A. cerebri posterior

大脑前动脉
A. cerebri anterior

前交通动脉
A. communicans anterior

视神经
N. opticus

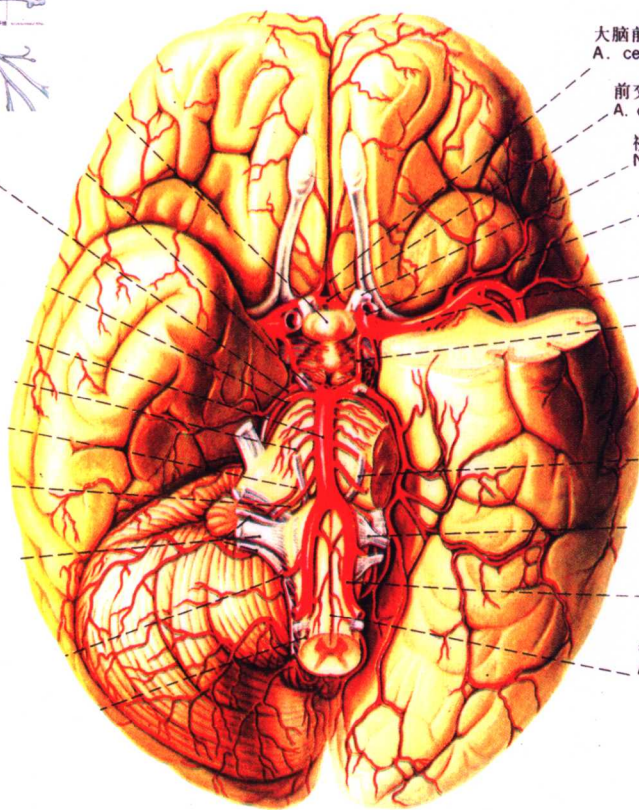
颈内动脉
A. carotis interna

大脑中动脉
A. cerebri media

后交通动脉
A. communicans posterior



多极神经元
MULTIPOLAR NEURON



椎动脉
A. vertebralis

脊髓前动脉
A. spinalis anterior



(美) Neuroscience for Kids 网站 (中) 东南大学学习科学研究中心

汕头大学出版社

为孩子写的 脑科学知识



第4册
(提高读本)



(美) Neuroscience for Kids 网站 (中) 东南大学学习科学研究中心

汕头大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

为孩子写的脑科学知识 - 提高读本 / 毛彩凤编译.

- 汕头: 汕头大学出版社, 2004.12

书名原文: Neuroscience for Kids

ISBN 7-81036-933-4

I. 为... II. 毛... III. 脑科学 - 青少年读物 IV. R338.2-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 126126 号

Copyright 2003 University of Washington

This material is from the University of Washington "Neuroscience for Kids Website," which was created and is maintained by Eric Chudler, Ph.D., Department of Anesthesiology, University of Washington, with support from a Science Education Partnership Award NIH(R25 RR12312). Distribution of the Content for commercial or modification of the Content is prohibited.

本书及配套 CD 来源于华盛顿大学医学院 Eric Chudler 博士创立并负责维护的 Neuroscience for Kids 网站, 此网站获得美国科学教育伙伴基金资助 (R25 RR12312)。禁止一切商业目的的发行和修改。

为孩子写的脑科学知识·提高读本

主 编: Eric H. Chudler

译 者: 毛彩凤

责任编辑: 胡开祥 钱 丹

封面设计: 郭 炜

责任技编: 姚健燕

出版发行: 汕头大学出版社

广东省汕头市汕头大学内

邮 编: 515063

电 话: 0754-2903126 0754-2904596

印 刷: 广州东瀚印刷有限公司

开 本: 890×1168 1/16

印 张: 2.25

字 数: 105 千字

版 次: 2004 年 12 月第 1 版

印 次: 2004 年 12 月第 1 次印刷

印 数: 10000 册

定 价: 12.00 元

ISBN 7-81036-933-4/R·90

发行 / 广州发行中心 通讯邮购地址 / 广州市天河北路 177 号祥龙阁 2202 室

邮编 / 510620

电话 / 020-85250103

传真 / 020-85250223-6001

马新发行所 / 城邦 (马新) 出版集团

电话 / 603-9056 3833

传真 / 603-9056 2833

E-mail: citeckm@pd.jaring.my

版权所有, 翻版必究

如发现印装质量问题, 请与承印厂联系退换

致 谢

感谢韦钰院士对这本书自始至终赋予的关注与信任。

感谢所有为了 Neuroscience for Kids 中文版面世而付出努力的各位老师。

译者

序 1

韦钰

当人类即将进入知识社会的时候，对世界、国家和家庭来说，没有比为我们的孩子提供更好的教育机会，以把他们培养成 21 世纪优秀人才更重要的事了。教育是科学，教育和医学是直接与人相关的两门科学。由于科学的发展，大约在 150 年前，医学发生了革命性的变革，医学开始和化学、物理等基础学科，继而又和工程技术、生物技术等交叉融合，现在类似的变革过程正在教育领域里展开。

这个变革之所以能够发生，主要是因为脑科学在上个世纪取得了迅猛的发展，特别是近十几年。一些发达国家把上个世纪的最后十年称为“脑的十年”，其主要目的是提高公众对脑科学研究的了解和重视。从那个时候开始，一些科学家就为教师、家长和学生编写了大量的有关脑科学的科普知识，建立了科普网站。我们中国的教育界急迫地需要赶上这个进程，在我们了解、比较了世界上许多类似的出版物和网站以后，决定选择翻译华盛顿大学医学院 Eric Chudler 博士创立的 Neuroscience for Kids 网站(<http://faculty.washington.edu/chudler/neurok.html>)。它是一个面向儿童普及脑科学知识的优秀网站，获得很多国际知名学者，NIH 和 OECD 学习科学研究网络的首肯。征得 Chudler 博士的应允，东南大学学习科学研究中心将 Neuroscience for Kids 网站的主要内容译成中文，并经 Washington 大学负责出版的机构和国内有关的专家校核，将相关内容已发布在汉博网(WWW.handsbrain.com)上，现将这些内容制作成书籍和光盘，期待更多的儿童、家长和教育工作者可以从中受益。

《为孩子写的脑科学知识》分四册，共包括十个大的主题，分别是预备知识、有关脑的基本知识、高级功能、脊髓、周围神经系统、神经元、感觉系统、方法和技术、药物对脑的影响和神经和精神疾病，前三册内容较浅显易懂，可供一般家长、儿童阅读，第四册部分内容要深奥一些，建议关心儿童的成人阅读，或有兴趣的儿童在家长或老师的指导下进行阅读。我们也欢迎大家登陆汉博网或 Neuroscience for Kids 网站，点击相关主题链接，了解更多内容。

我们要感谢 Eric Chudler 博士，出于对科学和儿童的热爱，应允我们可以出版这本书，并组织人员对译文质量进行校对，作出了“专业和准确(professional and accurate)”的评介。感谢负责翻译此书的学习科学研究中心的毛彩凤老师，参与本书初译工作的汤天宇老师和冷老师，网页制作吕婧老师，以及参与校对的专家，尤其要感谢汕头大学出版社的大力支持。在此，我们对他们的热情支持和参与表示深深的谢意。

序 2

Eric.H Chudler

What weighs about 1.4 kg, contains billions of working parts, controls everything you do and is located in your skull? The answer, of course, is your brain. Your brain is the most important part of your body. It controls movement, thought, memory, emotion, language and perception. Your brain is you!

This book is for anyone interested in learning about neuroscience, the study of the nervous system. I hope that the information you read about will encourage you to ask questions. Although scientists have learned a tremendous amount about our amazing brain, there is still much that is unknown. For example, the causes and effective treatments of many neurological and mental disorders are elusive. The very nature of consciousness remains unclear. Although this book will not provide answers to these questions, it will explain the basic operation of the nervous system. As you begin to understand how the nervous system works, you should start to ask questions to further your knowledge. Your questions may lead to answers that solve a puzzling mystery about the brain.

So, step into the world of nervous system...and don't forget to ask questions!

你颅骨中那个重达 1.4 公斤，包含数十亿个工作组件，支配着你一切行为的东西是什么？这个问题的答案就是你的脑。你的脑是你身体中最重要的部分，它支配着你的动作、思维、记忆、情感、语言和感知。你的脑就是你自己！

任何对脑科学和神经系统感兴趣的人都可以阅读这本书。我希望这本书提供的信息可以帮助读者提出自己的问题。虽然科学家们对神奇的脑的了解已经取得了巨大的进步，但是我们不了解的仍然还有很多。比如，很多神经和精神系统疾病的病因和有效治疗方法是什么？意识到底是什么？虽然这本书对这些问题没有提供答案，它却解释了神经系统的基本运行过程。而当你可以理解神经系统是如何工作的时候，你可以提出问题来拓展自己的知识。你的问题也许：可以解决一个有关脑的令人困惑的秘密呢！

所以，请进入神经系统的世界吧，不要忘了提问噢！

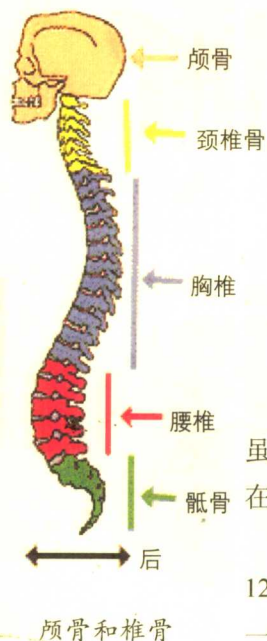
目 录

第四册 提高读本

序 1	韦钰	4	
序 2	Eric.H Chudler	5	
第七章 脊髓			
1.	脊髓	7	
2.	反射	9	
第八章 自主神经系统			13
第九章 方法和技术			
1.	脑成像方法	16	
2.	神经科学常用方法	18	
第十章 神经元			
1.	神经元的种类	21	
2.	突触	23	
3.	神经元图例	25	
4.	显微镜下的突触	27	
5.	神经元的工作方式	27	
6.	神经胶质：曾经被遗忘的脑细胞	29	
7.	神经递质和神经活性多肽	30	
8.	传导速度	34	
9.	跳跃式传导	35	

第七章 脊髓

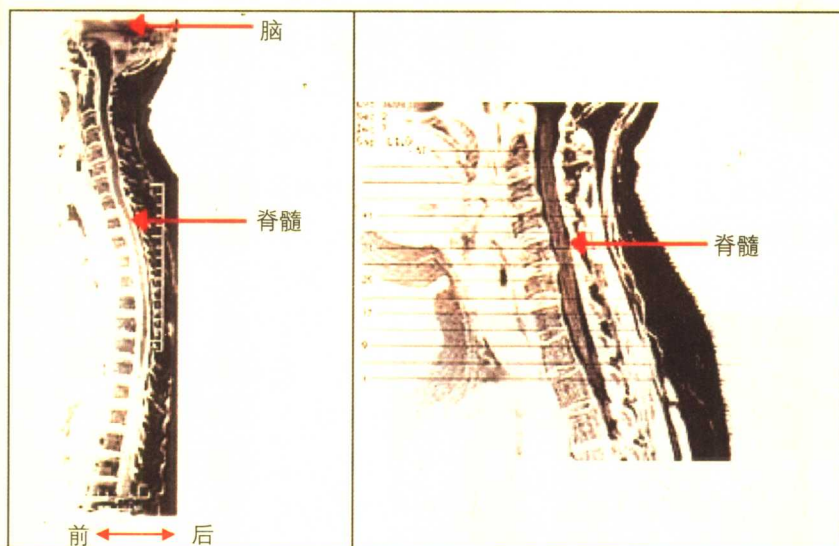
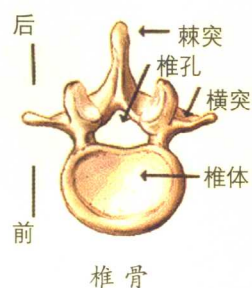
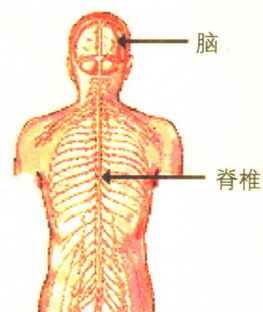
1. 脊髓



脊髓是连接脑和周围神经系统的主要通道。

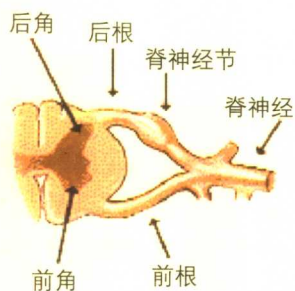
人的脊髓被脊柱（如左图）保护着，脊柱由椎骨构成，虽然脊柱具有一定灵活性，脊柱底部的某些椎骨却已经融合在一起。

脊髓位于椎骨孔中，由 31 节构成，颈椎骨 8 节，胸椎骨 12 节，腰椎骨 5 节，骶骨 5 节，尾椎骨 1 节。每节脊髓拥有一对脊神经。



脊髓的磁共振图 (MRI)

男性脊髓长约 45 厘米，女性长约 43 厘米，但都比脊柱长度短。实际上脊髓向下只延伸到最后一块胸椎骨。因此，从腰部和骶骨处的脊髓发出的神经必须在椎管中延伸一段距离才能从脊柱发出。椎管中这些神经的集合叫做马尾，意思是马的尾巴。

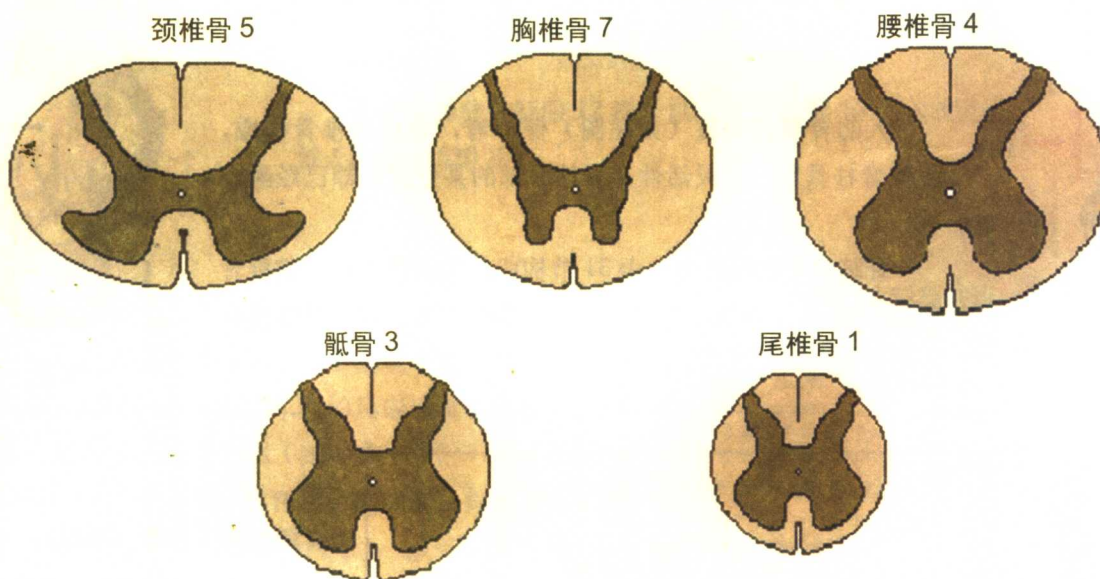


皮肤中的感受器通过脊神经将信息传递到脊髓，这些神经纤维的细胞体位于脊神经节中。神经纤维通过后根神经进入脊髓，一些神经纤维与后角中的神经元形成突触，而另一些进入脑。很多脊髓前角中的细胞体的轴突通过前根连接到肌肉控制运动。

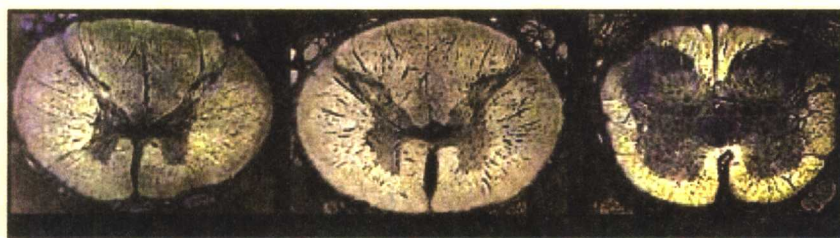
注意下图中不同角度的脊髓的形状和尺寸的差异。每节中黑灰色部分代表灰质，如果你稍微展开一下想像力，你会觉得灰质部分像字母 H 甚至像蝴蝶，灰质部分就是神经细胞体的位置。包围灰质的是白质（浅色阴影），那是脊髓的轴突的位置。



脊髓节段



比较每段脊髓的灰质和白质数量，在颈部，白质较多，因为在这段脊髓有许多轴突从不同的脊髓节段通往脑，同时许多轴突又从脑通往不同的脊髓节段。在脊髓底部，白质较少，因为通往脑和从脑传出的轴突较少。



灰质也有不同，在颈椎部，脊髓前角（节中较低的部分）较大。在腰椎部，脊髓前角也较大。这些脊髓节段包含控制上肢（颈部）和下肢（腰部）运动的运动神经元。



第一块颈椎骨又叫做寰椎（atlas）。Atlas 是希腊神话中的一名巨人。因被 Perseus 打败而被变成了石头，被罚在肩膀上扛着地球。所以，第一块颈椎骨因为负担着头颅的重量而被命名为寰椎（atlas）。

2. 反射



瞳孔

适合年龄：小学三年级～高中三年级

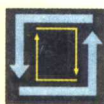
方法 把房间里的灯调暗，几分钟以后，看一看其他人的眼睛并注意瞳孔的大小（眼中间的黑色部分），把灯调亮，再次检查瞳孔的尺寸，瞳孔会变小。这是瞳孔反射：瞳孔可以自动阻挡过强的光线伤害眼睛。

材料 * 只要一间昏暗的房间。

适合年龄：幼儿园～高中三年级

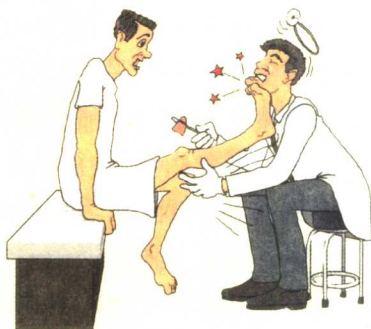
方法 这是一个有关反射的简单例子，讨论脑和神经系统如何控制运动，然后突然将一本书摔在桌面以制造出很响的声音，让学生数一数做出以下动作的人数：

- 1、猛地缩身体
- 2、移动头
- 3、眨眼
- 4、举手
- 5、尖叫



反射在人们还没有意识到发生了什么之前就可以保护身体，使人体迅速远离可能对身体造成伤害的物体。例如你把手靠近热的炉子，在脑中冒出“嗨，这炉子很烫！”这个信息之前就把手拿开。

材料 * 一本书或者能够发出很响声音的物体

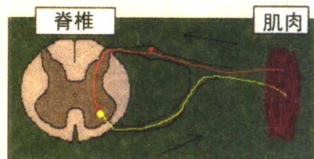


适合年龄：小学六年级～高中三年级

膝反射（腓骨反射）

方法 膝反射是个我们都很熟悉的实验，医生轻轻敲打你的膝盖，你的腿便向前踢，试试看！让你的同伴两腿交叉坐着，其中一条腿可以来回自由摆动。用手掌的一侧击打同伴的膝盖下部，不要用锤子！

膝反射（见下图）又叫做单突触反射，意思是说完成这一反射的神经回路里只有一个突触。从敲打开始到腿踢起来只需要 50 毫秒，这个速度很快。敲打使得大腿肌肉伸展，信息被传递到脊髓，通过脊髓腹角的一个突触后，信息被回传到肌肉……反射就产生了。



适合年龄：小学三年级～初中三年级

方法 我们体内的反射确实在保护着我们，另一个反射是眨眼反应。让一个学生站在窗户或金属网等可以互相看见的障碍物后面，向他扔一个棉球，他眨眼了吗？可能。这就是眨眼反应，它可以保护眼睛免受物体的袭击。

材料 • 棉球（或纸团） • 障碍物（金属网或者塑料，玻璃窗户）



人平均每分钟眨眼 12 次，以人一天清醒 16 个小时计算，
每天眨眼 11520 次！

你有多快？

与本页其他实验不同，这个实验不是测试简单的反射，而是测试你对所看到东西的反应速度有多快。一个人拿一把尺子，抓住一端（刻度数字大的一端）让其垂直向下。另一个人将手放在尺子的底端，做出要随时握住尺子的姿势（但不能碰到尺子），第一个人告诉自己的同伴自己将在 5 秒种内放开尺子，第二个人要在尺子落下后尽快握住尺子。记下尺子被握住部位的刻度（英寸或者厘米），再根据下面的表格换算成反应时间。每一个人测试 3 到 5 次，变化每次尺子下落的时间，使同伴无法猜测到下落时间。以下对照图表可以将尺子上的刻度转换为反应时间，例如你在 8 英寸处接住尺子，则你的反应时间是 0.2 秒。1 秒等于 1000 毫秒。



下落距离和反应时间对照表

距 离	反应时间
2 英尺(~5 厘米)	0.10 秒(100 毫秒)
4 英尺(~10 厘米)	0.14 秒(140 毫秒)
6 英尺(~15 厘米)	0.17 秒(170 毫秒)
8 英尺(~20 厘米)	0.20 秒(200 毫秒)
10 英尺(~25.5 厘米)	0.23 秒(230 毫秒)
12 英尺(~30.5 厘米)	0.25 秒(250 毫秒)
17 英尺(~43 厘米)	0.30 秒(300 毫秒)
24 英尺(~61 厘米)	0.35 秒(350 毫秒)
31 英尺(~79 厘米)	0.40 秒(400 毫秒)
39 英尺(~99 厘米)	0.45 秒(450 毫秒)
48 英尺(~123 厘米)	0.50 秒(500 毫秒)
69 英尺(~175 厘米)	0.60 秒(600 毫秒)

如果你想计算的更加精确，就用以下的公式：

公式 1	公式 2
$y = \frac{1}{2}gt^2$	$t = \sqrt{\frac{2y}{g}}$
公式 1 告诉我们物体在指定时间里下降的距离。将公式 1 变换为公式 2，就可以得到物体下降一定的距离所需的时间。你所要做的仅仅是把尺子的刻度代入公式 2，就可以得到反应时间。 公式中 t 表示时间（秒），y 表示距离（英寸，厘米），g=980 厘米 / 秒平方（重力加速度）。[注意：如果用英尺换算，则是 g=385.8 英寸 / 秒平方]	

问题和比较

方法

• 在昏暗的房间进行这个实验，你的反应时间是延长、缩短还是不变呢？你能解释这变化的原因吗？

- 将全班进行比较，看谁的反应最快？
- 将男孩和女孩的结果进行比较，平均起来，是男孩快还是女孩快呢？
- 将不同年龄的人进行比较，谁快点呢？年龄大的还是年龄小的？
- 练习后再进行这个实验，和之前相比哪种情况反应快？
- 成年人和孩子谁更快？
- 测试整个学校！
- 乃至整个城市的人！……你会得到不同的结果。

材料

- 有刻度的长尺子。

这个反应时间的实验需要将视觉信息传递到脑，然后脑向胳膊和手部的肌肉发送一个运动命令（“抓住下落的尺子”）。如果你的生理情况一切正常，你就可以抓住尺子！



第八章 自主神经系统



人体器官（内脏），如心脏，胃和肠，都是由神经系统中称为自主神经系统(ANS)的部分调控的。自主神经系统是周围神经系统的一部分，控制人体内的很多器官和肌肉。很多时候，人们并不能感觉到自主神经系统在工作，因为它不随意地和反射性地发挥作用。比如血管收缩或扩张或心跳加快时，人们并不能感觉到这些变化。但是，有的人经过训练可以控制自主神经系统的一些功能，如心跳和血压。

自主神经系统在两种情况下最重要：

- 1、突发事件使得人们紧张，需要人们“反击”或“逃跑”。
- 2、在无突发事件的情况下，使得人们“休息”或“消化”。



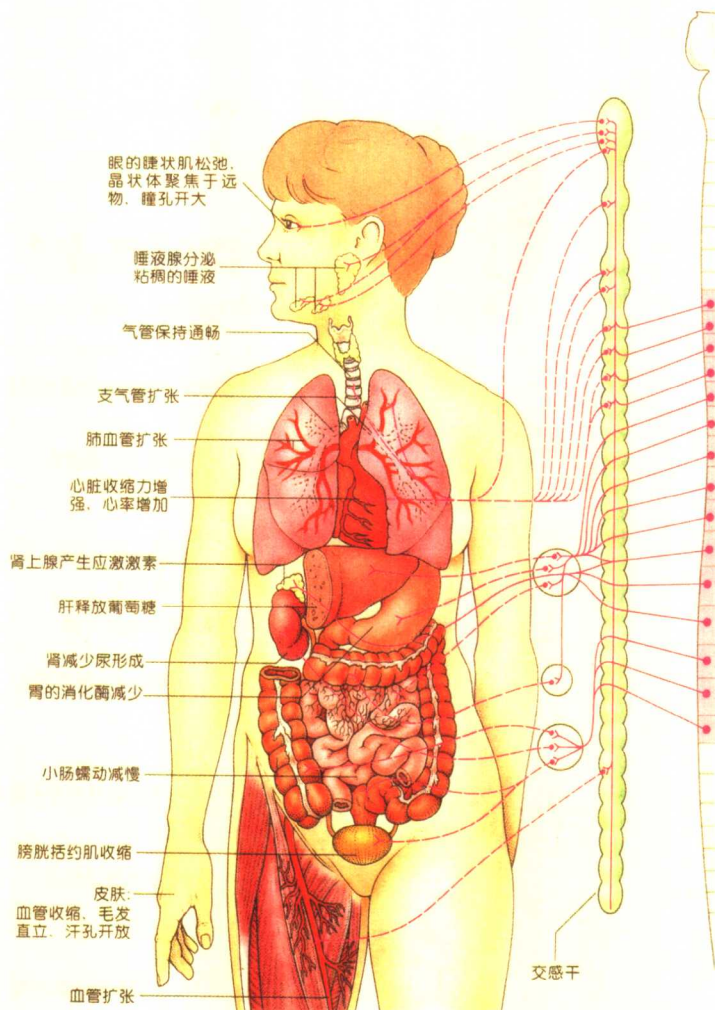
自主神经系统调控：

- 肌肉
 - 皮肤（发囊周围，平滑肌）
 - 血管周围（平滑肌）
 - 眼睛（虹膜，平滑肌）
 - 胃，肠和膀胱（平滑肌）
 - 心脏（心肌）
- 腺体

自主神经系统由三部分组成：

- 交感神经系统
- 副交感神经系统
- 肠神经系统

交感神经系统

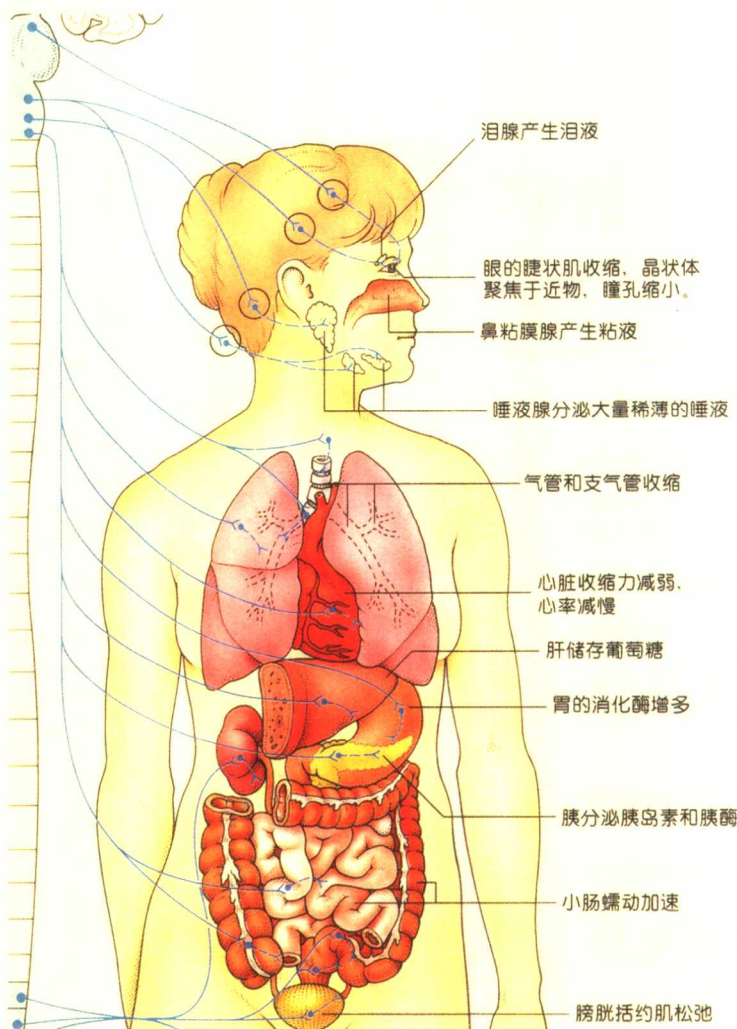


某一天, 天气很好, 你正在公园里散步。突然, 一头愤怒的熊出现在路上。你是停下来与熊搏斗还是转身逃跑? 这就是“反击或逃跑”反应 (fight or flight responses)。在这种情况下, 交感神经发挥作用——它使用能量——人的血压升高, 心跳加快, 消化减慢。

上图中, 交感神经系统始于脊髓。第一个神经元 (节前神经元) 位于胸部和腰部脊髓。这些神经元的轴突投射到脊髓附近的神经节链上。很多情况下, 这个神经元与神经节的另一个神经元 (节后神经元) 形成一个突触。少数节前神经元通向交感神经链外面的神经节及那里的突触。节后神经元投射到“靶”器官——肌肉或腺体上。

与交感神经系统有关的两个知识点: 交感神经节的突触用乙酰胆碱作为神经递质; 靶器官的节后神经元的突触使用去甲肾上腺素作为神经递质 (当然, 有一个例外: 止于汗腺的交感节后神经元使用乙酰胆碱)。

副交感神经系统



天气很好，你正在公园里散步。但是这一次，你打算在椅子上舒服地休息一下。这叫做“休息或消化”反应（“Rest and Digest” responses）。现在该副交感神经系统发挥作用节省能量了——血压降低，心跳减慢，进行消化。

左图中，副交感神经系统的细胞体位于脊髓（骶骨部）和延髓中。脑干中的第三，第七，第九和第十脑神经构成了节前副交感神经纤维。从脑干或脊髓发出的节前神经纤维投射到离靶器官很近的神经节上形成突触。这个突触使用乙酰胆碱作为神经递质。节后神经元从这个神经节连接到靶器官上，并在其神经末端再一次使用乙酰胆碱。

这是交感神经刺激和副交感神经刺激的一些效果的大致情况。请注意彼此作用通常相反。

自主神经系统		
结构	交感神经系统	副交感神经系统
虹膜（眼肌）	瞳孔扩张	瞳孔收缩
唾液腺	减少唾液分泌	增加唾液分泌
口腔 / 鼻腔粘膜	减少粘液分泌	增加粘液分泌
心脏	增加心率和心力	减少心率和心力
肺	放松支气管肌	收缩支气管肌
胃	蠕动减慢	分泌胃液，蠕动加快
小肠	蠕动减慢	加快消化过程
大肠	蠕动减慢	分泌和蠕动加快
肝	加快肝糖原向葡萄糖的转化	
肾	减缓尿液产生过程	加快尿液产生过程
肾上腺髓质	分泌去甲肾上腺素和肾上腺素	
膀胱	膀胱壁放松，括约肌收缩	膀胱壁收缩，括约肌放松

值得注意的是自主神经系统一直在发挥作用。它并不是仅仅在“反击或逃跑”或“休息或消化”的情况下发挥作用，而是支配人体内部各种功能，并与躯体神经系统一起发挥作用。

肠神经系统是自主神经系统的第三个组成部分，较少被人们提起。肠神经系统是支配内脏（胃肠道，胰腺和胆囊）的神经纤维网。

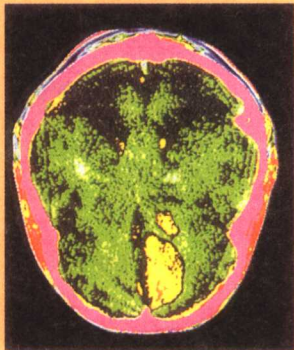
第九章 方法和技术



最新技术使得神经科学家可以“看到活体脑的内部”。
这些脑成像方法可以在以下方面为神经科学家提供帮助：

- 理解脑特定区域与其功能之间的关系。
- 对受神经疾病影响的脑区进行定位。
- 发明新方法治疗脑部疾病。

1. 脑成像方法

方法	描述
计算机 X 线断层摄影 CT 扫描 	CT 扫描时，一束 X 射线穿过头部，感光胶片形成图像。这种方法可以产生脑部剖面成像。这种方法只显示脑结构，而非脑功能。
正电子发射断层扫描术 (PET) 	扫描仪通过检测被注射入或被吸入的放射物可以产生脑图像。经常使用的放射性物质包括氧，氟利昂，碳和氮。这些物质进入血液后被输送到使用这些物质的脑区。于是，氧和葡萄糖就会积聚在新陈代谢较活跃的脑区。放射性物质衰变时会发射出一个中子和一个正电子。当正电子撞击电子时，两者都被破坏，放射出两道伽玛射线。伽玛射线检测器记录下发出伽玛射线的脑区。这种方法提供了脑的功能视图。 优点： 提供了脑活动的图像。 缺点： 1、价格昂贵。 2、使用放射性物质。