第一作者

中年发福，不要“甩锅”代谢

科学家首次揭示全生命周期代谢规律

中青报·中青网记者 邱晨辉

“人到中年，大不如前”“代谢下降，喝水都胖”……真是这样吗？最新科学研究表明，并非如此。

8月13日，中国科学院深圳理工大学（筹）药学院讲席教授、中国科学院深圳先进技术研究院医药所能量代谢与生殖研究中心首席科学家约翰·罗杰·斯彼克曼团队，联合杜克大学进化人类学副教授赫尔曼·庞泽等多个国际团队的研究表明：人的代谢规律呈现出“升高－下降－稳定－缓慢下降”的模式，这颠覆了以往人们对“青春期代谢率高，中年之后代谢下降”的传统认知。

这一最新研究的论文发表于国际学术期刊《科学》杂志。该研究通过国际合作，测量了人类从出生到老年的代谢率的高峰和低谷，首次揭示了全生命周期的代谢规律。

6000多名受试者几乎覆盖所有年龄层

这是一场大规模的国际合作，有近100个国际团队共同参与，有来自29个国家的6000多名受试者，研究样本几乎覆盖所有年龄层。

据赫尔曼·庞泽介绍，此前，一些大规模的研究，仅仅关注于测量人体的基础代谢率，即进行呼吸、消化、心脏搏动等重要基本功能时所消耗的能量。然而，这部分维持生命所需要消耗的基本能量，只占人体每天总能量消耗的50%－70%。人类日常生活中从事家务、运动，甚至思考、坐立不安也会消耗能量，但这些日常活动需要的能量，并未纳入此前的大规模研究中。

他说，为了测算人在日常生活中的能量消耗，研究团队与国际原子能科学家小组，分析了6000余名被测者在日常生活中消耗的平均卡路里数据，数据样本年龄覆盖从刚出生后1周的婴儿到95岁的老人。

研究人员采用了一种用于人体能量消耗的测量技术——“双标水”，即通过收集尿液并分析尿液中标记物的丰度值变化，来了解机体的能量代谢情况。

作为国际原子能机构“双标水”数据库项目的主要负责人，斯彼克曼表示，由于此类研究成本昂贵，研究的规模和范围都受到限制。因此，多个实验室共享相关数据，并将测量结果整合在一个数据库中。

“针对庞大的数据库，对数据进行整合和管理是最困难的部分，我们设计了一个新的方程，将不同实验室以不同方式分析的数据，最终转换为通用方法，回答了单个研究团队无法回答的问题。”斯彼克曼表示，正是基于“双标水”技术的精确检测方法，研究团队检测了人们每天总能耗的数值，通过汇集和分析整个生命周期的能量消耗的数据，观察人体的代谢规律，发现了一些“令人惊喜”的现象。

人体代谢率在60岁之后才缓慢下降

研究人员找到了人体代谢规律的“高峰”与“低谷”。

数据表明，婴儿的代谢率最高。婴儿在出生后的前12个月里，对能量的需求会迅速增加，因此到一岁时，婴儿单位体重消耗的卡路里，是成人代谢率的1.5倍。

“部分原因可能是，在他们生命最初的几周，基本上是久坐不动的，到1岁左右才开始真正的活跃起来。”斯彼克曼说。

与此同时，婴儿的静息代谢率也大幅度上升，这可能与他们的生长率有关。斯彼克曼认为，婴儿期如此高的能量需求，可能导致了婴儿期的成活率，非常依赖能量供给，在婴儿期这个关键的发育时间窗口，如果能量供给不足，就很难成活，即使成活下来，也很难正常生长到成年。

代谢率在经过婴儿初期的激增之后，就会以每年约3%的速度减缓直到20多岁，随后便稳定下来进入正常状态。

赫尔曼·庞泽说，尽管青少年是生长突增的时期，但数据表明，青少年时期的每天能量需求似乎并没有任何增加，“我们本来认为青春期的代谢率会有所不同，但事实并非如此。”

另一个有趣的发现是在中年时期。

研究团队发现，20多岁至50多岁这一时期的能量消耗，是最稳定的。即使在怀孕期间，伴随着婴儿的成长，孕期女性的能量需求，仅仅是随着体重的增加而增加，其自身的能量需求，并没有出现大幅上升。

“也许有人告诉你，30岁以后身体的各项机能都会下降，从而导致体重的增长，但作为家庭和社会中流砥柱的中年人，发福的因素有很多，我们的研究表明，最起码代谢率变化并不是原因之一。”斯彼克曼表示。

“人到中年，大不如前”，这“锅”代谢率可不背。

研究指出，人体的代谢率在60岁之后才真正开始缓慢下降，每年以0.7%的速度缓慢下降，到90多岁时，人每天需要消耗的卡路里，只有中年人的74%。

颠覆以往人们对代谢的认知

那么，究竟是什么影响了人体的代谢水平？

赫尔曼·庞泽说，随着年龄的增长，肌肉质量的减少可能是代谢下降的部分原因，因为肌肉燃烧的卡路里比脂肪多。不过，这并不是全部原因。

“我们发现，即便我们控制了肌肉量的因素后，受试者细胞水平的代谢也在减慢。”赫尔曼·庞泽说。

斯彼克曼也表示，影响代谢水平的最大因素，可能是身体的筋肉组织量，但筋肉组织量本身也受体重、性别、年龄的影响。

“能量需求随时间变化的机制，目前还不完全清楚。”斯彼克曼说。

不过他认为，这项研究成果颠覆了以往人们对代谢的认知，也表明人们可能需要重新审视发育阶段和衰老阶段的能量需求和营养策略。

《科学》杂志特别刊发了题为《长远眼光看代谢》的观点文章，其中提到：这项研究为人类新陈代谢的研究提供了重要的新见解。团队杰出的协作精神，让这项具备了空前规模和范围的研究成为可能。

“该研究可以对能量需求进行估计，人们可以更准确地计算出他们需要吃多少食物既能保证营养，又能避免体重增加。”斯彼克曼说，从更广泛的角度来看，只有了解了人口有多大的能量需求，才知道需要生产多少食品，才知道粮食安全的红线在哪儿。

科学大爆炸

新疆哈密首次发现大型恐龙化石

天上有翼龙 地面有巨龙

中青报·中青网记者 邱晨辉

新疆哈密，在1亿多年前曾是翼龙的天堂。在21世纪的今天，科学家在翼龙化石的富集地区，又发现了一种大型恐龙化石。人们据此可以勾勒出这里曾经的样子：天上有翼龙，地面有巨龙。

8月12日，国际学术期刊《自然》旗下《科学报告》在线发表了这一关于新疆早白垩世翼龙动物群中恐龙化石的最新研究成果，该成果由中国科学院古脊椎动物与古人类研究所等单位研究人员共同完成。

在这篇论文中，研究人员对之前在新疆下白垩统地层中发现的三件恐龙化石进行了研究，依据其中两件保存较好的化石的特征，他们建立了两个恐龙新属新种：中国丝路巨龙和新疆哈密巨龙。

“这是新疆下白垩统地层中首次发现的多孔椎龙类恐龙，也是哈密翼龙动物群非翼龙类脊椎动物的首次揭晓。”论文第一作者兼共同通讯作者、中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究员汪筱林告诉记者，中国丝路巨龙和新疆哈密巨龙的研究增加了哈密翼龙动物群的多样性，同时也增加了我国早白垩世蜥脚类恐龙的多样性。

中国丝路巨龙（左）与新疆哈密巨龙（右）及哈密翼龙动物群生态复原图 （创作：赵闯，科学指导：汪筱林，中国科学院古脊椎动物与古人类研究所供图）

2006年，汪筱林带领古脊椎所哈密科考队，在新疆哈密发现了庞大的翼龙化石群，如今这里已是世界上分布面积最大、最富集的翼龙化石产地。在数以亿计的翼龙化石埋藏中，间杂散落着不少大型蜥脚类恐龙的椎体和兽脚类恐龙的牙齿等骨骼。由于暴露地表的化石表面风化破碎严重，这些骨骼很难被收集。

科学家和化石修复技术人员想出了一个“反其道而行之”的办法，对采集下来的尚埋藏在岩石中没有暴露于地表的另一侧进行修复。他们分别在2008年、2013年和2016年的抢救性采集中，获得了此次报道的三件化石——一段关联的颈椎、一段关联的尾椎和一段荐椎。

修复后的化石显示，三件恐龙化石，发现于新疆哈密吐哈盆地下白垩统吐谷鲁群胜金口组，都属于蜥脚类恐龙中的多孔椎龙类，其生活时代距今约1.3亿－1.2亿年前。另外，这三件标本，分别为6节关联的颈椎及颈肋、7节关联的尾椎和一段破碎的荐椎，其中前两件标本分别命名了中国丝路巨龙和新疆哈密巨龙。

汪筱林说，这一名称来源于化石产地以及这类恐龙巨大的体型，代表了化石在中国新疆哈密发现，哈密又是“一带一路”丝绸之路经济带上的重镇，以此来纪念自古以来中国连通世界的丝绸之路。

他告诉记者，之前在新疆白垩系地层中还没有发现过多孔椎龙类化石，唯一的蜥脚类恐龙是在准噶尔盆地下白垩统吐谷鲁群发现的似亚洲龙，由于标本破碎，其分类位置和命名有效性尚存在争议。而盘足龙类最早在上世纪20年代发现于山东蒙阴，这是首次在新疆发现它的踪迹。

“巨龙类是植食性恐龙，兽脚类恐龙是食肉动物，这说明当时生态环境相当好。”汪筱林说，当地地层中还有大量树化石，由此可以想见，当时哈密古湖泊内水草丰美、鱼类繁盛，岸边植物茂密，翼龙在岸边筑巢、水中捕鱼，而巨大的植食性恐龙，则优哉游哉地饱食终日。间或会有肉食恐龙前来“打猎”，不幸折损了尖利的牙齿……

汪筱林说，此次发现的中国丝路巨龙，保存了6节关联在一起的较完整的颈椎，6节颈椎的总长度约3米，是我国山东蒙阴发现的体长约15米的早白垩世师氏盘足龙对应颈椎平均长度的近两倍。研究人员保守估计中国丝路巨龙的体长超过20米。

与中国丝路巨龙保存在一起的，还有一残破的哈密翼龙下颌，说明这些大型的巨龙类恐龙与哈密翼龙共同生活在白垩纪的天空和陆地。

新疆哈密巨龙保存了7节关联在一起的尾椎，单个尾椎长度从210－320毫米不等，是蒙古发现的体长约12米的晚白垩世后凹尾龙对应尾椎平均长度的约1.5倍。研究人员保守估计新疆哈密巨龙的体长约为17米。

与新疆哈密巨龙共同保存的还有一枚兽脚类恐龙牙齿，这也是哈密翼龙动物群中首次报道的兽脚类恐龙化石。

“由于在新疆哈密巨龙的骨骼上未发现兽脚类恐龙的牙印，不能确定是否存在兽脚类恐龙进食巨龙类尸体的现象。”汪筱林说，蜥脚类都是四足行走食植性的，这些大型食植恐龙和食肉兽脚类恐龙的发现和研究，大大增加了哈密翼龙动物群物种和生态多样性。

汪筱林带领科考队发现的哈密翼龙动物群，如今已是名副其实的翼龙伊甸园，上亿数量级的翼龙曾经在这里繁衍生息。目前这里也成为了哈密翼龙－雅丹国家地质公园，正在推进翼龙遗址博物馆的建设。

他告诉记者，两种多孔椎类恐龙的出现，为这一恐龙类群的演化提供了新的信息，进一步证明了亚洲早白垩世多孔椎龙恐龙存在广泛多样性。

零距离

半小时之内可让土壤污染物“现形”

快速揪出土壤“隐形杀手”

中青报·中青网记者 胡春艳

土地默默滋养万物，人类活动却让它成了各种污染物流向的“最后的垃圾桶”。

水污染和大气污染是显而易见的，因为污水和废气一旦排放出来，很容易在变色的河水和变味的空气中被人们所察觉。而土壤被污染的过程却是“默不作声”的：工农业生产、城市垃圾等含有的重金属日复一日地渗入土壤，而水和大气中的污染物也终会回归土地，很难被肉眼发现。

土壤的“隐疾”就这样在不知不觉中累积，如同一个“生物定时炸弹”，往往直到一地出现土壤污染导致的中毒事件，人们才意识到这里的土壤“生病了”。而此时，人类已经付出了惨痛的代价。

为了快速发现“生病”的土壤，并让大量被污染的土壤重新变“清洁”，南开大学环境科学与工程学院院长周启星团队几十年来始终致力于研究土壤污染的诊断及修复机制。一直在为土壤“看病”“治病”的周启星，也成为国内最早开展土壤污染和地下水环境修复基准研究的倡导者和实践者。

“土壤污染具有潜在性、滞后性等特点，治理修复的难度大、周期长、成本高。”周启星说，为了解决这个世界性难题，他带领团队研究并提出了“土壤典型污染物的快速与多维度精准诊断方法”以及“用植物修复受污染的响应机制”。日前，这项科研成果获得了2020年度天津市科学技术奖——自然科学特等奖。

周启星教授在孔雀草田间实验现场。 南开大学供图

龙葵对污染胁迫生长响应室内实验。 南开大学供图

土壤也会“生病”

改革开放以来，我国工业化、城市化进程加快，一些地方片面追求经济效益，盲目开发资源，且不注意环境的保护，给我国环境带来了不小的伤害。

据2014年发布的《全国土壤污染状况调查公报》显示，全国土壤总超标率为16.1%。污染物中，以无机物污染（重金属）为主，有机物污染（农药、抗生素等）次之。不同类型土壤中，耕地土壤超标率高达19.4%，涉及面广、污染量大，危及农产品质量安全、人居环境安全和生态环境安全。

周启星介绍，重金属对土壤的主要污染源头来自工业“三废”，工业废渣、废气中的重金属在土壤中扩散、沉降、累积，含重金属的废水来灌溉农田。此外含重金属的农药、磷肥等的大量施用，也使得大量重金属富集在土壤的表层，最终会导致粮食减产，造成巨额的经济损失。

在所有重金属污染中，尤以镉污染最为严重。20世纪60年代，在日本的富山县神通川流域，由于铅锌冶炼厂排放的含镉废水污染水稻田，居民长期食用含镉稻米和含镉水而造成镉中毒。镉进入人体后会破坏人体的骨骼系统，使骨质变脆易折，也就是人们常说的“骨痛病”。

一个值得注意的现象是，近年来，人们越发关注土壤中重金属、农药等人类健康“隐形杀手”的诊断和治理问题。与此同时却很容易忽视藏匿在土壤中的另一个“隐形杀手”——超标的抗生素，也在向人类健康发起挑战。

近年来，随着人们对食品安全问题的重视，一大批采用畜牧粪肥的无公害绿色蔬菜生产基地营运而生。周启星的学生、南开大学环境科学与工程学院教授胡献刚走访了大量使用畜牧粪肥的农作物蔬菜基地后发现，均存在抗生素超标的问题。

“这是因为牲畜或禽类在饲养过程中就摄入了过量的抗生素，导致其粪便中抗生素也超标，用这样的动物粪便给土壤施肥，就会使得抗生素大量在土壤中富集，”胡献刚说，长此以往，会对人体健康以及整个生态系统构成长期潜在危害。抗生素的环境污染已成为我国乃至全球面临的重大环境问题之一。

快速揪出“隐形杀手”

习近平总书记曾多次强调“强化土壤污染管控和修复，有效防范风险，让老百姓吃得放心、住得安心”。

“土壤的污染具有复杂性。”周启星说，土壤的重金属污染除了一些主要的有毒重金属污染之外，还有一些毒性小的重金属，它们混合作用会使得毒性变得更为复杂，对动植物和微生物也会造成更大的危害。

因为污染原因千头万绪，重金属和抗生素等污染物又看不见、摸不着，这就使得土壤污染的治理成为一件棘手的事。南开团队经过多年积累，首次建立了土壤典型污染物，包括重金属、PAHs和抗生素等的快速与多维度精准诊断方法。

通过新的办法能在半小时之内就诊断出这个区域的土壤是否被污染，以及污染到何种程度。胡献刚说，以往的检测办法是通过实地取样，回到实验室后在土壤样本中加入有机试剂，通过较长时间的反应才能得出结论。因为土壤中各种污染物的含量不同，且可能存在相互作用的问题，也常常会出现一些污染物不易被检测发现到的现象。

南开大学的研究者采用微波辅助萃取的方法，用微波加速有机溶剂与土壤的快速充分反应，能在半小时之内，就让土壤中的重金属、抗生素等污染物“现形”。

基于污染物对植物生长影响机理机制的研究，研究者们选择了更为系统的采样方式。不仅只收集土壤样本，还有地下水、植物根茎、果实等样本，使得对土壤污染的分析更加多维和精准。

这样的多维分析法，正在实现土壤污染的“远程诊断”。胡献刚介绍，团队正将人工智能技术引入土壤污染诊断中。通过大数据分析这个地区的地理特点，包括土壤使用情况，周边的空气、水源等环境要素，运用算法就能算出这个区域土壤受污染的情况。据统计，这样的大数据分析方法准确率在80%－90%左右，“能解决远程监测，以及大面积检测的需要。”

植物“医生”给土壤“治病”

重金属一旦沉积在土壤中，想要把它清除出去并非易事。重金属不能像有机化合物那样降解，可以在土壤中长期存留，是污染土壤中最难修复的一类无机污染物质。为此，人们尝试过各种各样的办法给受伤的土壤“治病”。

对小面积污染严重的土壤治理，人们采用过物理的办法——“改土法”，即在被污染的土壤上覆盖一层非污染土壤，或是将污染土壤部分或全部换掉。但需花费大量的人力与财力。

后来人们尝试过化学的办法，比如“电化法”，即在水分饱和的污染土壤中插入电极，通电使得金属离子在电场的作用下定向移动，达到清除重金属的目的，但容易造成二次污染及某些营养元素的流失和沉淀。

这些物理或化学修复手段要么造价昂贵，要么可能破坏污染土壤场地结构及土壤理化性质等。周启星团队一直在寻找既不破坏土壤生态环境，又能保持土壤结构和微生物活性的土壤污染治理的新途径——植物修复技术。

植物修复技术，即利用植物的超量吸收积累特性从污染土壤中“提取”重金属，从而达到清洁污染土壤的目的，这是周启星团队眼下找到的最有效的办法。“比起其他方法，它成本低廉、安全性高且效果持久。”周启星说。

也就是说，在被污染的土地上，种植一些能够超量吸收重金属的植物。这类植物对重金属等污染物的吸附效率是普通植物的几十倍甚至几百倍，通过重复种植可将污染土壤中的重金属浓度降低到可接受水平。

植物修复技术的处理费用很低，与常规的填埋法相比具有明显的优势，尤其适合于在发展中国家应用。植物修复技术还具有保护表土、减少侵蚀和水土流失的功效，可广泛应用于矿山的复垦、重金属污染土壤的改良，是目前最清洁的污染处理技术。

该团队从千万种植物中筛选出龙葵、三叶鬼针草等6种修复土壤能力超强的花卉植物并在实际应用中获得了效果。

在一些土壤污染地区，他们将这些修复花卉与马铃薯等农作物套作种植，修复花卉吸收了土壤中的污染物，可作为景观花卉再次进入市场销售。而这样的修复花卉因为不被人类食用，也不会进一步给人体带来健康危害。

景观花卉开败后，可直接通过垃圾回收处理。胡献刚解释说，“正如电池集中收集更容易造成污染一样，单盆或少量花卉仍残存微量重金属，不会给环境带来更大负担。”

专家们的一个共识是，还是要从根本上提高全社会对于土壤污染问题的重视，从源头上减少污染的产生，而不能只靠亡羊补牢式的修复。

比如，在极易出现重金属污染的石油开采地区或是相关厂区，应格外重视源头上控制污染物的产生和扩散。

采用抗生素来减少病害，也是养殖业实现增加产量、提高经济效益的一个普遍的做法，研究表明，抗生素药物只有15%可被吸收利用，剩下的85%被直接排放至环境中。胡献刚提醒，人们对抗生素污染造成的潜在风险重视还不够，由于抗生素的大量频繁使用，由抗生素引起的抗药性问题已经逐渐显现，将会对人类公共健康构成潜在威胁。

他认为，“从源头上控制，减少各种污染物的排放，是最好的办法。”