

A. M. 庫津主編

放射生物学概论

放射生物学概論

A. M. 庫津主編

苏少泉 凌治鏞 韓國堯譯

科学出版社

1958

А. М. КУЗИН
ОУЕРКИ ПО РАДИОБИОЛОГИИ
ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА • 1956

內 容 提 要

本書敘述了各种輻射在生物學研究中的作用,并介紹了許多實驗材料。主要內容有電離輻射生物學作用的生物化學原理,電離輻射對於哺乳類動物影響的實驗研究,神經系統和電離輻射,以及細胞核和染色體在各种輻射作用下的形態變化等。

放 射 生 物 學 概 論

A. M. 庫津主編
蘇少泉 凌治鏞 韓國堯譯

*

科學出版社出版 (北京朝陽門大街117號)
北京市書刊出版業營業許可證出字第061號

科學出版社上海印刷廠印刷 新華書店總經售

*

1958年7月第一版 書號:1219 字數:296,000
1958年7月第一次印刷 開本:850×1168 1/32
(滬)0001-1,559 印張:12 1/4

定價:(10) 2.30元

序 言

由于工業上原子能利用的發展和放射性同位素在科学研究的实验室内、农业試驗站、各种生产中，以及在医学方面的广泛采用，电离輻射的生物学作用問題已經引起了广大科学界的普遍重視。

如果說在不久以前，我們所护有的电离輻射源还仅是極其有限的、很少能利用的天然放射性元素和倫琴射綫設備的話，那么近10年来新的高压加速器（высоковольтный ускоритель）（电子加速器“бетатрон”、迴旋加速器“циклотрон”、直綫加速器“линейный ускоритель”等）的創造，人工放射性元素的合成，核分解反应（ядерная реакция расщепление）和产生放射性碎屑的热核反应的实现，就使得原子核射綫的有效性大大地增高了，从而在放射性生物学面前提出了一系列的新課題和新任务。

除了远远尚未解决的电离輻射对个别器官、組織和細胞的局部作用問題以外，輻射对高等有机体的全面作用，破坏机制的協調和深刻引起病变的作用也具有很大的意义。

由于从事原子能生产、进行大量放射性工作和在不同場合下接触放射性的人数日益增多，預防电离輻射有害作用的保护問題就更加有意义了。

新的电离輻射源的产生对医学說来，無論是在診斷学方面，或是在治疗惡性腫瘤、血液症、甲狀机能亢进（гипертиреоз）、皮膚病等各方面都提供了广大的可能性，这就要求我們發展有关輻射的生物学作用的理論概念。

为了提高农作物的产量和加速农作物的生長，以及在工業生物学中（биопромышленность）获得具有高度生产能力的微生物的新类型，輻射的生物学作用在农业中的利用問題也具有不小的意义。

义。

最后基于探测电离辐射的高度敏感方法和进行宇宙射线及新的天然辐射能的研究,便提出了微剂量离子射线的生物学作用问题,该种放射性环境对在其中发育的陆地上生命的作用和意义,这种环境在生物学过程中是经常而到处都起作用的因素。

这些问题都和放射性增强后的生物学作用问题有密切的关系,这种强放射性有可能在强大的核子反应堆工作的地区发生。

总结近年来在放射性生物学方面所进行的很多研究,估价它们的意义,创立旨在进一步试验的工作假说,对于这一类问题的顺利发展具有重大的意义。

在放射性生物学的不同领域内所累积的实际材料非常多,然而都是散见于各种专刊上,这不仅使很多从事这方面工作的人员难以应用,而且很不容易综合和彙集,那些可能便于利用前辈学者的试验和拟订进一步探索的途径之类的综合性文献印成俄文的还很少。

作者们要提请读者注意,在概论中某几部分内将批判地研究现有的实际材料,并且提出那种看来最能正确反映事物真实情况的概括。

在建立辐射生物学的一般理论中,不管是直接在辐射的影响下,或者是在射线感染的以后阶段内所进行的初期生物化学变动的规律性,应当首先加以考虑。

对调节机能(首先是中央神经系统)应予以足够的注意,毫无疑问,在射线伤害(лучевое поражение)的情况下所激发的整个过程都是取决于调节机能活动的改变。

生物化学和生理学的变化与伴随着射线的影响而产生的形态学改变是分不开的,这里细胞的个别小器官(органелла клетки)的变异,对于它的生命活动尤为重要,正像细胞核早就引起了放射性生物学者应有的注意一样。

最后还須要特別強調的指出，無論在作用因素的物理参数及其生物学作用之間，或者是射綫伤害过程的本身，不弄清楚数量的規律性就不能創造輻射的生物学理論。

所有上述論点，在很大程度上決定了這本書的內容。

試驗材料的丰富性和缺乏相应的一般性概括，大大增加了作者工作的困难，不可避免的會發生很多錯誤，如有同志指出本書的缺点，我們將非常感謝了。

总 目 录

序言	(ii)
电离辐射生物学作用的生物化学原理	A. M. 庫津 (1)
电离辐射对于哺乳类动物影响的实验研究	H. H. 莎皮罗 (119)
神经系统 and 电离辐射	H. H. 利甫施茨 (185)
细胞核和染色体在各种辐射作用下的形态变化	
.....	I. H. 布烈斯拉維茨 (289)

A. M. 庫 津

电离輻射生物学作用的生物化学原理

目 录

引言	3
一、电离辐射对水的作用	11
1. 电离作用的原始机构	11
2. 在水中的次生反应	16
二、电离辐射对单蛋白质的作用	21
三、电离辐射对复蛋白质的作用	44
四、电离辐射对拟脂的作用	63
五、电离辐射对酶及维生素的作用	69
六、论电离辐射对代谢作用的影响	92
结束语	113
参考文献	115

引 言

近十年来核子物理学方面的成就,把对天然放射性物質的注意提高到这种程度,以致于它們的获得和改造已發展成为大量的生产了。很多人都已經在这方面找到了極其强大的穿透輻射(проникающая радиация)的来源。除了天然放射性物質以外,大量的人工放射性同位素也已經获得并广泛的被应用,結果就大大的增加了电离輻射对生物影响的机会。最后,产生原子能的核子反应堆的建造,又导致了新的强有力的輻射来源的出現;而很多的衰变产物和所引起的放射性不仅增加了对有机体外部的照射,而且也增加了其对内部照射的可能性。除了强大的輻射来源以外,經常在自然界中起作用的、極弱的放射性輻射也愈益引起了生物学者的注意。这里可以指出,根据維尔納德斯基(В. И. Вернадский)及其学生們的观察,散射于生活环境中的,超显微数量(ультрамикроскопические количества)的鐳、鈾、釷及其他放射性元素能够集中于活体内,从而可能对它們發生不大的但經常的影响;至于对有机体經常作用的鉀的放射性和鐳射綫的强度則因海拔高度而异;而存在于大气層中的放射性碳的踪跡以及产生电离輻射的其他来源都是經常伴生的,从而也对活体經常發生影响的因素之一。

微剂量电离輻射的刺激作用以及高剂量的致死和破坏作用,不由地引起这样的想法,即認為所發現的生活机能的变化是由于作为生命現象基础的正常的生物化学过程中的某种变化的結果。根据恩格斯的理論來說,生命是蛋白質存在的一种特殊形式,活体和外界环境之間的經常的代謝作用是其最重要的因素,按这句话最广泛的意义而言,当我们研究对生命过程發生影响的任何因素

时,必然地,首先就应当認識这种因素对代謝过程的影响。只有在整个有机体中,或者在其个别器官或組織中,揭露了生物化学及物理化学过程的破坏,才有可能理解在穿透輻射影响下所产生的生物学变异的原因。

目前已有大量的試驗材料記叙了电离輻射对活体中的个别物質以及其中进行的生物化学过程作用的結果。將所得到的材料綜合和系統化,用統一的观点来研究它們,并且把它們和生物学現象加以对比是很必要的。从建立穿透輻射生物学作用的一般理論这个立場出發来合理的实现这个企圖。

这篇論文的任务是利用文献資料以及我們實驗室中所完成的工作結果来研究电离輻射生物学作用的生物化学原理。

許多学者都十分注意有机体被照射后所發生的很多形态学变化和有机体内生理机能的复什变化以及对輻射性病的統一理解,所有这些变化是在輻射能对活体的物質基質作用时最初發生的生物化学变化的結果。

为了了解輻射伤害作用的本質,就必須知道它对參予代謝过程的个别物質的影响,它对在活体中調节整个生物化学反应的酶系統的影响,它对激素物質的影响;最后,还应当特別注意在穿透輻射影响下經歷的生物化学过程的变化。这里在所謂輻射敏感性(радиочувствительные ткани)的組織中發生的生物化学变动也引起了特別的興趣,它的感染不可避免的促使輻射性病的發展,而保护作用只能在活体以后的生活中起着良好的反应。

我們現在来看看关于在輻射影响下直接發生的各种物質变化的可能性問題。这种可能性將由兩種因素来决定:被研究物質的化学性質及其在被照射体中的濃度。物質的濃度愈高,那么电离質点与該物質分子直接相碰撞的可能性就愈大,由此可見,其变化是穿透輻射直接作用的結果。在濃度很低的情况下,这样碰撞的可能性就很小;从而可以預料,由于和在輻射作用下起变化的体系

的基本成分互相作用的結果，物質的破坏可能就比較快；也就是从这个观点出發，我們認為关于活体数量成分的問題对于所研究的問題是很有意义的。

所有处于生命活动旺盛状态的活体的特点是水分含量很高（圖 1）。只有当有机体轉为休眠状态时（种子、孢子）水份含量才能降低。

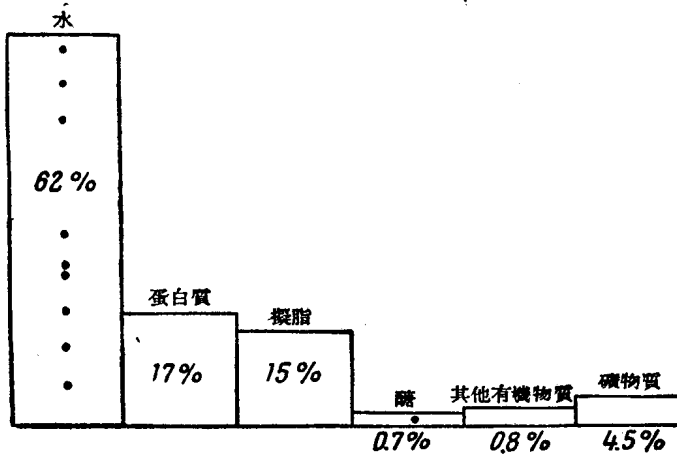


圖 1 人体中的一般化学成分

高度的水分含量（达 84%）也是所有代謝作用旺盛的組織（метаболизирующие ткани）的特征，只有在执行支持机能的組織中其数量才小。在代謝作用旺盛的組織中水分也就是介質（среда），其中分布着活体的其他物質，而落于有机体的电离質点首先就和水分子相互作用。这就是为什么穿透輻射对水作用的特点对于闡明在电离輻射影响下有机体内所發生的生物化学变化的一般情况具有特殊意义的原因。

大量的研究都报导了輻射的直接作用和間接作用的問題，一些研究者們認為，輻射的生物学作用是电离質点对有机体生命活

动非常重要的分子直接作用的結果(列伊(Lea), 1946)。

同时关于存在于特殊感应中樞(靶子“Мишень”)的細胞中的概念也获得了發展, 在电离質点击中它們的时候, 細胞即行死亡。莫尔根(Морган)的信徒們把这种感应中樞和假想的“基因”說成是一个东西。

在这些观点中, 輻射直接作用的理論表現得最明确, 当然, 关于輻射直接作用的概念和“基因”假說并没有关系。可以假定, 电离質点直接冲击細胞的大分子(核蛋白、脂蛋白、酶等)以及分子在这种足以引起細胞死亡的作用影响下所發生的巨大变化是輻射生物学作用的主要原因。

輻射間接作用的理論認為, 电离質点和細胞的主要基質——水分子起反应, 由于这种作用結果所形成的, 水的放射性分解的, 化性活潑的产物作用于有机基質的分子, 因而改变了它們的性質, 也破坏了正常的代謝作用过程。

很显然, 輻射的直接作用和間接作用并不互相对立, 基本的問題在于, 所有这些影响在輻射生物学作用总的效果中所占的比重如何。

目前进行了很多証明輻射間接作用首要意义的观察, 比較照射时呈溶液或干燥状态的核酸、核蛋白和病毒的輻射敏感性証明, 在参予水的情况下, 輻射敏感性增高了很多倍, 这样就毫無疑問的証明了輻射間接作用的优越性。

防护效果, 也就是在介質中施用易于和水的放射性分析产物起反应的化合物, 这就是所說的輻射的間接作用, 这样可以大大降低个别物質或低等有机体的輻射敏感性。誠然这种防护的效果也可以从輻射直接作用的观点来加以解釋, 設想防护物質和大分子的化合物在輻射时可增高它們的稳定性。然而, 我們認為这样的推論还缺乏充分的試驗根据。

稀釋的效果同样証实了輻射的間接作用, 肯定了当照射生物

学上活性物質的溶液时(酶、核酸等)在一定範圍内反应的量子輸出并不依赖于溶液中活性物質的濃度。

舍赫特曼(Я. Л. Шехтман)和奇格列夫(С. Д. Чигирев)(1955)在普通温度和低温(-170°C)下照射,观察电离輻射对种子的生物学作用时发现了高度冷却(глубокое охлаждение)有显著的防护作用。

这种防护作用可以看作是抑制了次生生物化学反应的结果,因为正如大家所知道的那样,光电效应和温度并没有关系。

然而,所有列举出来的证明輻射間接作用首要意义的见解并不排斥直接輻射或激励(возбуждение)有机物分子、首先是(按意义与数量之关系)激励蛋白質的可能性。

各种有机体的量的分析指出(圖 1 和表 1),蛋白質仅次于水分而占第二位,为不同有机体干重的 50—100%。

毫無疑問,关于蛋白質变化的问题是涉及到輻射生物学作用的生物化学原理之中心问题,因为蛋白質是生命的基础,是它不可缺少的物質基質。

Ф. 恩格斯在强调蛋白質在生命现象中的主导作用时写道:“無論在什么地方,要是我們遇到生命,我們总是看到生命是与某种蛋白体相联系的;并且無論在什么地方,要是我們遇到任何不处于解体过程中的蛋白体,那么我們也必然看到生命的表現。当然,为要引

表 1 各种有机体、器官和組織中的蛋白質含量

	鮮重, %	干物質, %
整个人体	14.8—18.9	45
肌肉	18—23	80
肝	18—19	57
脾	17—18	84
腎	16—17	72
腦	7—9	
消化道		63
魚	16—18.7	
叶片	1.2—3	
种籽	10—13	
原質团		39.8
微生物		
細菌		50—93.7
病毒		81.2—100
酵母		31—62
霉菌		13.7—43.6

起这些生命表现之较为专门的分化,在活的有机物中,一定还需要有别种化学结合之存在;但是在纯粹形式的生命过程上,它们并不是必需的,或是只在被当作食品并被变成蛋白的范围内,是必需的。我们所知道的最低等的生物,刚刚只是单纯的蛋白块,可是这些生物已经表现了一切基本的生活现象”¹⁾。

蛋白质,由于它具有酶的特性而成为活有机体内所发生的整个生物化学过程的调节剂(регулятор)。正因为如此,所以甚至是它的性质不很大的变化也能引起本质上的变动,并招致正常生物化学反应的偏差,因此也就促使生理过程的破坏。细胞质蛋白质和细胞核蛋白质经常相互作用的先决条件是这些蛋白质的精密结构特性。由于相互作用的结果便产生复杂的细胞分裂和核分裂的生物学现象,基于活有机体的生长与繁殖现象,无疑地,在电离辐射的影响下,这些结构特性的破坏就会在分裂过程中引起剧烈的变动。

蛋白质参与构成有机体整个生命的重要结构,它巨大的分子量和形成结构最复杂的,在各种生命现象中起着主导作用的核蛋白、脂蛋白、色蛋白和醣蛋白的分子。只不过是辐射对活有机体作用之后加深了其变化现象的意义。

在细胞和有机体的生命活动中,个别蛋白质结构的特别大的作用使我们可能来理解那种在能量照射时微量的吸收和往往引起有机体死亡的、深远的最終变化之间的不协调现象。特殊蛋白质的合成对核蛋白大分子结构的依赖性,蛋白质接触作用的严格特殊性可能就是为数不多的生物学活性蛋白质分子的变化能够破坏其他接触活性蛋白质化合物合成的原因,这样就加强了代谢作用的紊乱,最终乃引起了它深刻的变化。生物化学过程的密切联系和协调性,它对于生命现象具有这样重要的性质,当连续不断的反应和相互作用的链锁中个别环节发生变动时,生命现象就不可避

1) Ф. 恩格斯:“反杜林论”,1954年中文版,第94—95页。

免地会受到破坏。高分子物質的鏈鎖反应能力与低分子气态物質的鏈鎖反应比較起来,进行得十分緩慢,这就有可能理解最初差不多还不显著的、被电离輻射所引起的初期作用的生物化学效应的逐渐增長。

大概,在最初的鏈鎖反应中加强初期作用的效应可能不仅有蛋白質的参加,而且还可能参予有其他的化合物,其中最值得注意的是在数量上在动物界中占第三位的拟質。

拟質的含量可能有很大的变化(表 2),但是即使它們最小的数量也極为重要,特别是对于某些器官和某些組織。

表 2 不同有机体、器官和組織中的拟質含量

	鮮 重, %	干 物 質, %
整个人体	10—20	
肝	3.75—5.8	
肌肉	1.3—2	
胰腺	3	
血液	0.73—0.78	
腦(灰質)	4	
腦(白質)	8.8	
猪	20—50	
叶片	0.1—0.5	
种子	40—50	
細菌		0.2—48
結核杆菌		22.7
白喉杆菌		4.9
杆菌		3.6
霉菌		
青霉菌		22
麴霉菌		16
薩尔考木病毒(Poyca №1)		35—48
疫苗的基本質点		8.5

在輻射影响下,各种拟脂的成分和反应能力的变化对于有机

体的生命活动可能有很重大的意义。

由此可知，拟脂是在形成神經組織的物質体系中占据着極其重要的地位。很多的代謝作用过程就是有了拟脂的参予和通过半滲透的毛細管壁和組織而實現的。很多激素就屬於这一类物質，它們的生理作用完全取決于它們精細的化学結構。

在活体中所有其他物質的百分含量既然是按照百分比計算，所以电离質点直接作用于这些物質分子的可能性就会愈来愈小，而它們由次生反应的結果所發生的变化便愈来愈增加。对于整个有机体來說，由于它們的可逆性，生理活性和变化产物的性質，这种变化的作用可能極不相同。在照射时詳細研究个别物質以及相互連系轉变的鏈鎖中所發生的生物化学变动，能有助于我們进一步弄清楚当輻射感染时它在那些整个有机体所固有的深刻变化中的比重。