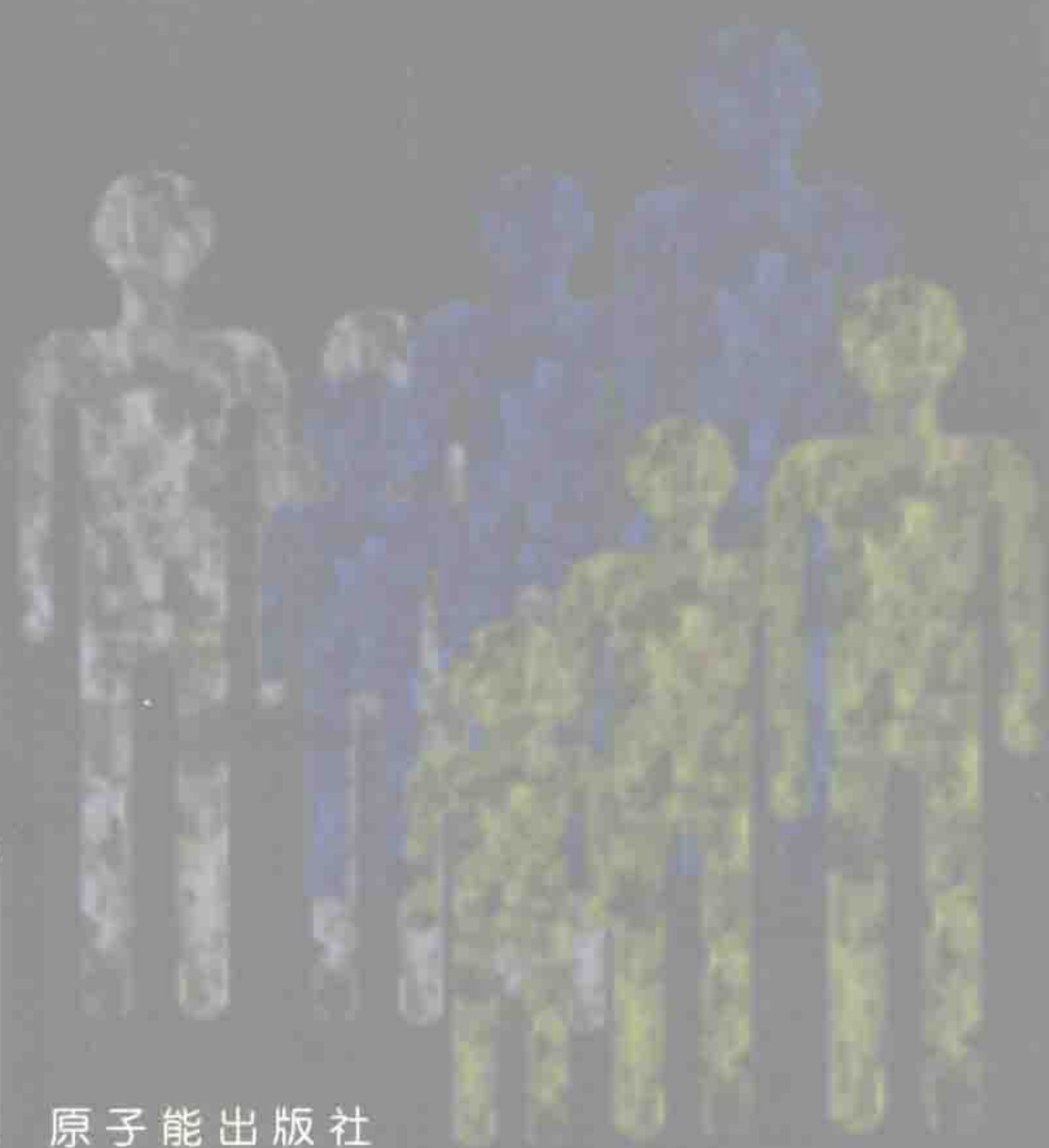


# 中国参考人

王继先 陈如松 等编著

## 解剖生理和代谢数据

Data of Anatomical Physiological and Metabolic  
Characteristics for Chinese Reference Man



原子能出版社

# 中国参考人解剖生理和代谢数据

Data of Anatomical Physiological and Metabolic  
Characteristics for Chinese Reference Man

王继先 陈如松  
等编著  
诸洪达 周永增 马如维

原子能出版社

Atomic Energy Press

## 图书在版编目(CIP)数据

中国参考人解剖生理和代谢数据/王继先等编著. —北京:原子能出版社,1998.12

ISBN 7-5022-1878-5

I. 中… II. 王… III. ①参考人-人体解剖-数据-中国 ②参考人-生理-数据-中国 ③参考人-代谢-数据-中国 IV. R322

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 21472 号

## 内 容 简 介

本书是我国第一部较为系统和完整地给出中国人口(男、女)各年龄段(新生儿、婴儿、幼儿、儿童、少年和成年人)的中国参考人(原称中国标准人)解剖、生理和代谢参数专著。书中各章撰稿人均为该领域的著名专家。其中多数人参加了自1988年开始的由国际原子能机构(IAEA)组织的“亚洲参考人”合作研究项目,对“中国参考人”进行了长期系统而深入的调查研究。本书就是这些研究成果的总结。它既是一部具有理论意义的学术专著,又是一部有广泛实用价值的数据库手册。

书中主要内容包括:参考人的定义、用途和意义;体格测量参数、解剖参数;生理参数;膳食组成,主要食物日消费量和营养素、元素、放射性核素的日摄入量;器官和组织的元素含量和某些放射性核素的代谢资料,并与国外相应资料进行了比较与论述。书末备有附录。其中介绍了亚洲参考人和 Tanaka 模型。

本书可供辐射防护、放射医学、核医学界从事科研、防护、临床和教学工作者及有关大专院校师生学习参考。对其他医药、卫生、保健、劳动、体育、建筑、饮食、服装、外贸等行业和从事军用与民用产品的研究和设计人员也有重要参考价值。

## Brief Introduction

This book is the first systematic and comprehensive monograph on Chinese Reference Man, male and female for various age (newborn, 1 year, 5 years, 10 years, 15 years and adults). It contents all parameters of anatomical, physiological and metabolic characteristics for a Chinese Reference Man. Each chapter of the monograph was written by famous specialists in the field. Most of the authors joined the co-ordinated research programme on "Reference Asian Man" organized by the International Atomic Energy Agency (IAEA) since 1988 and carried out a lot of investigation work for setting of Chinese Reference Man. This book is a summary for their study achievements. It is an academic monograph with deeply theoretical significance as well as a data handbook with widely applicative valuation.

The main contents include: definition, application and significance of reference man; anthropomorphic measurements, anatomical parameters; physiological parameters; dietary composition, food consumption, dietary intakes of nutrient, element and radionuclide; elemental content in organs and tissues and systemic metabolism data of some elements and comparison with relevant foreign data. The last is a appendix for Reference Asian Man study and the Tanaka Model.

This book could be used as handbook, guidance and reference for the scientists, physicians, technicians, teachers and students working in the fields of radiological protection, radiation medicine and nuclear medicine and also useful for researcher and designer engaging in the fields of medicine, hygiene, health care, labor, physical culture, construction, diet, dress, foreign trade and any products for military and civil.

© 原子能出版社,1998

原子能出版社出版 发行

责任编辑:武玉妹 李 镁

社址:北京市海淀区阜成路43号 邮政编码:100037

原子能出版社印刷厂印刷 新华书店经销

开本:787×1092mm 1/16 印张 16.62 字数 413.4 千字

1998年12月北京第1版 1998年12月北京第1次印刷

印数:1—1000

定价:34.00 元



# 《中国参考人解剖生理和代谢数据》

## 作者名单

(按姓名笔画排列)

- | 作者   | 单    位                                                                                                                                                                                               |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 马如维  | (Ma Ruwei) 中国辐射防护研究院保健物理研究所, 太原 030006<br>(China Institute for Radiation Protection, Taiyuan 030006), 研究员                                                                                            |
| 王兆兰  | (Wang Zhaolan) 山西省劳动卫生与职业病研究所, 太原 030002<br>(Shanxi Institute of Industrial Hygiene and Occupational Diseases, Taiyuan 030002), 副研究员                                                                 |
| 王继先  | (Wang Jixian) 中国医学科学院中国协和医科大学放射医学研究所, 天津 300192<br>(Institute of Radiation Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Tianjin 300192), 研究员                      |
| 尹协瑜  | (Yin Xieyu) 中国辐射防护研究院辐射测量和分析研究所, 太原 030006<br>(China Institute for Radiation Protection, Taiyuan 030006), 副研究员                                                                                       |
| 刘洪涛  | (Liu Hongtao) 军事医学科学院卫生学环境医学研究所, 天津 300050<br>(Institute of Hygiene and Environmental Medicine, Academy of Military Medical Sciences, Tianjin 300050), 副研究员                                          |
| 杨晓昊  | (Yang Xiaohao) 军事医学科学院卫生学环境医学研究所, 天津 300050<br>(Institute of Hygiene and Environmental Medicine, Academy of Military Medical Sciences, Tianjin 300050), 助理研究员                                        |
| 杨崇礼  | (Yang Chongli) 中国医学科学院中国协和医科大学血液学研究所血液病医院, 天津 300020<br>(Institute of Hematology & Blood Diseases Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Tianjin 300020), 研究员 |
| 李本孝  | (Li Benxiao) 中国医学科学院中国协和医科大学放射医学研究所, 天津 300192<br>(Institute of Radiation Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Tianjin 300192), 副研究员                      |
| 张桂华  | (Zhang Guihua) 中国医学科学院中国协和医科大学放射医学研究所, 天津 300192<br>(Institute of Radiation Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Tianjin 300192), 副研究员                    |
| 陆  梅 | (Lu Mei) 中国医学科学院中国协和医科大学放射医学研究所, 天津 300192                                                                                                                                                           |

(Institute of Radiation Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Tianjin 300192), 研究生

陈如松 (Chen Rusong) 中国辐射防护研究院生命科学研究所, 太原 030006  
(China Institute for Radiation Protection, Taiyuan 030006), 研究员

陈辉树 (Chen Huishu) 中国医学科学院中国协和医科大学血液学研究所血液病医院, 天津 300020  
(Institute of Hematology&Blood Diseases Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences&Peking Union Medical College, Tianjin 300020), 研究员

周永增 (Zhou Yongzeng) 中国辐射防护研究院生命科学研究所, 太原 030006  
(China Institute for Radiation Protection, Taiyuan 030006), 研究员

郑以州 (Zheng Yizhou) 中国医学科学院中国协和医科大学血液学研究所血液病医院, 天津 300020  
(Institute of Hematology&Blood Diseases Hospital, Chinese Academy of Medical Sciences&Peking Union Medical College, Tianjin 300020), 主治医师

夏晓彬 (Xia Xiaobin) 中国辐射防护研究院保健物理研究所, 太原 030006  
(China Institute for Radiation Protection, Taiyuan 030006), 助理研究员

诸洪达 (Zhu Hongda) 中国医学科学院中国协和医科大学放射医学研究所, 天津 300192  
(Institute of Radiation Medicine, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Tianjin 300192), 研究员

窦兰君 (Dou Lanjun) 军事医学科学院卫生学环境医学研究所, 天津 300050  
(Institute of Hygiene and Environmental Medicine, Academy of Military Medical Sciences, Tianjin 300050), 高级实验师

## 序

《中国参考人解剖生理和代谢数据》一书的出版是放射医学、放射卫生、辐射防护和核医学界的一件值得高兴的事。70年代我国只有少数的研究报道,而现在发表的著作是系统的研究结果;既具有中国的特色,又在总体上与国际接轨。这说明随着国民经济和科学技术的发展,我国对基础数据需要的迫切性和重要性愈来愈显示出来。这本书不只对上述的专业,且对其他医药、卫生、保健以及劳动、体育、建筑、饮食、服装和外贸等行业都有参考价值。

核能的发展和应用涉及到安全、防护与卫生。它们都需要定量的判断电离辐射对健康的影响,亦即判断电离辐射剂量与健康效应的关系。因此,确定人体所接受的电离辐射剂量是必不可少的。在确定人群所接受的电离辐射剂量时(特别是内照射情况下)除了要有电离辐射的计量数据外,还要有某一特定人群的解剖、生理和代谢等参数,才能估算剂量。本书所说的参考人(Reference man)就是指“某一特定人群的解剖、生理和代谢等参数的调查统计值,经科学分析及综合后形成的描述该人群的形态特性、组织特性,生理和代谢特性等的数据库。参考人典型化了某一特定人群,并用于代表该人群”。

早在50年代,国际放射防护委员会(ICRP)即基于内照射剂量标准的需要提出标准人(Standard man)的概念并用于计算和制定辐射防护中的几个涉及放射性核素的量(体内负荷量、最大容许摄入量、空气和水中的最大容许浓度)。70年代以来它改用“参考人”来代替“标准人”。80年代开始又着手修订和补充资料和数据,特别是职业性人员以外人群的数据。同时认识到增添亚洲人的数据的必要性。

增添亚洲人的数据并建立“亚洲参考人”是基于实际的需要。过去ICRP所建立的“标准人”和“参考人”都是以西欧和北美的调查材料(代表白种人)为依据的。近年来亚洲的核能利用得到了很大的发展,亚洲同样需要适合本地区的安全防护和卫生标准,同时也要考虑到当发生大型核事故时,全球都可能受到放射性污染。欧美人和亚洲人在“参考人”方面的差别主要在于人种、生活环境和饮食习惯方面的不同。这些都导致核素的摄入量差异、核素在体内代谢方面的差异,从而增加了剂量估算的不确定度。1995年2月国际原子能机构(IAEA)在日本召开的亚洲参考人项目第二阶段立题会议上启动了题为“辐射防护中重要的微量元素摄入量和器官含量”的研究,说明亚洲参考人的研究正在有针对性地取得进展。本书的出版一定会使更多的有关专业人员对“参考人”和“亚洲参考人”有更全面、深入的了解,从而使他们可以利用这个数据库为专业的发展服务。该书内容是著者们经过大量的调查、测试和抽样分析而获得的系统的中国参考人参数,是重要的资料,有较高的学术水平和应用价值。

魏纘新

1998.8

## 前 言

参考人(Reference man)或标准人(Standard man),是指某一特定人群的解剖、生理和代谢等参数的调查统计值经科学分析及综合后形成描述该人群的形态特性、组织特性、生理和代谢特性等的数据库。参考人典型化了某一特定人群,并用于代表该人群,以便于对人群中的不同个体能在同一生物学基础上统一对待,及在不同群体间能用统一的标准进行比较,使许多工作变得简便、快捷和规范。因而参考人在辐射防护、放射医学、核医学及其他医药、卫生、保健、劳动、体育等领域和所有军用和民用产品的科研、设计中,都有着广泛的用途。

在辐射防护领域中,辐射防护导则和基本标准的建立,次级标准如放射性核素的年摄入量限值(ALI)、空气导出浓度(ADC)的导出,需要参考人参数作依据。在辐射防护实践中,内照射剂量估算模式的建立,体模的研制,剂量转换系数的确定,在核事故和核战争应急情况下,干预水平的确定和适当防护行动的采取,如食物的管制等都需要参考人的解剖、生理和代谢等参数。本书主要是应辐射防护的需要而编写的,适用于群体的防护,对于个体特别是当需要精确的剂量估算时,应尽量使用该个体的实测资料。

我国自20世纪50年代中开始建立了自己的核工业系统,并相继有了核武器和核电站。虽然辐射防护为促进我国核工业的发展取得了公认的业绩,但至今在我国的辐射防护实践中仍然使用着国际放射防护委员会(ICRP)1975年针对核设施和核企业工作人员,以西欧和北美白种人的调查资料为基础而推荐的参考人。而中国人在种族、地理环境、饮食习惯、体格、体质等方面与西欧、北美白种人都有着明显不同。再者核电已构成人类能源的重要组成部分,放射性核素和电离辐射源在工、农、医和国民经济各领域中广泛应用,对核辐射的防护已不再局限于核设施和核企业的场所,也不再是发达国家所独有,特别是在核事故情况下,环境放射性污染所造成的危害将是全民性的,甚至是全球性的,如前苏联切尔诺贝利核电站事故那样。如今辐射防护的重点已由核设施转向人类生存的环境;保护对象也不再限于放射工作人员还包括广大公众。ICRP第23号出版物中的“参考人”已不能满足当前辐射防护的需要。考虑到亚洲人口占世界人口的50%以上,亚洲经济发展迅速,核能放射性核素和辐射源的应用迅速发展,为加强亚太地区辐射防护的基础结构建设,国际原子能机构(IAEA)自1988年起组织了“编辑亚洲参考人解剖、生理和代谢参数”的合作研究项目。受国家卫生部和核工业部委托,中国医学科学院放射医学研究所和中国辐射防护研究院协作在中国组织实施“亚洲参考人”项目,同时开展了“中国参考人”的研究。经过五年的工作,“亚洲参考人”项目总结会于1993年在天津召开。会上我们的报告——“中国参考人研究”引起国内外专家和与会新闻媒体的关注。除电台和报界采

访和报道外,各界的专家学者也纷纷来函来访索取所需资料。这反映了社会对“中国参考人”的关心与需求。作者根据协作组近10年来的工作积累编写了这本书。

本书共有12章和1个附录。第一章为概论,描述参考人的定义、用途和意义、历史、现状和发展方向;第二章是中国人的体格测量参数,包括身高、体重、坐高、头围、胸围等十几项身体的外在形体测量参数;第三、四、五、六章为解剖学参数,包括主要器官的重量、位置和大小及骨骼、造血、血液和淋巴组织的重量、结构与组成。第七、八章是中国人的膳食组成、主要食物消费量,营养素、元素、放射性核素的摄入量和胃肠道模型;第九章水平衡;第十章为肺功能和肺模型;第十一章是中国人主要器官和组织的元素含量,特别是那些具有重要生理功能的少量和微量元素的含量;第十二章为某些放射性核素的代谢资料,该章汇集了我国历年来事故情况下,一些重要的放射性核素摄入后在人体内的代谢资料。最后是附录,简介亚洲参考人合作研究的主要成果和根据亚洲参考人资料而推荐的 Tanaka 模型,以充实本书的内容。

在写作中我们愈加认识到建立中国参考人工作的意义,也感到现有资料的不足和我们力量的单薄。为此,一方面我们应社会急需本着求实的原则尽可能使用好现有的资料,对一些调查资料丰富而系统的参数,推荐参考值;对一些调查资料虽丰富但不够系统者,提供统计值;对那些调查资料较少的参数,只列出调查值。还有些参数至今尚无可信调查资料,则只好借助于相近亚洲国家的资料或根据亚洲国家资料而推荐的 Tanaka 模型给出有关数据。另一方面我们将继续收集和积累资料,力争能尽快充实、提高和完善,建立一个更具代表性的系统而完整的“中国参考人”,以适应各行各业的需要。这将是一项涉及医药卫生各专业的艰巨而繁重的工作,诚挚地欢迎有关专家和学者加入到我们的行列,为完成这一工作共同奋斗。

由于作者水平有限,加之时间仓促,不妥之处在所难免,诚恳地欢迎同道们批评指正。

本书引用了“参考人协作组”近10年来的工作成果。在此对协作组的全体同志表示衷心感谢。魏履新研究员在百忙中为本书作了序;白光研究员评阅了书中部分章节,并提出了很好的建议;徐钧同志打印了本书稿,在此一并致谢。

王继先 陈如松

1998.6



# 目 录

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| 序                                 |  |
| 前言                                |  |
| 第一章 概论                            |  |
| 一、“参考人”的定义、用途和意义                  |  |
| 二、“参考人”的内容                        |  |
| 三、“参考人”研究的历史和现状                   |  |
| 四、“参考人”研究的发展趋势                    |  |
| 参考文献                              |  |
| 第二章 中国人的体格测量参数参考值                 |  |
| 一、身高与体重                           |  |
| 二、坐高、头围和胸围                        |  |
| 三、其他体格测量参数                        |  |
| 四、体表面积                            |  |
| 五、体脂和瘦体重                          |  |
| 参考文献                              |  |
| 第三章 中国人主要器官重量参考值                  |  |
| 一、资料来源                            |  |
| 二、中国人主要器官的重量                      |  |
| 三、中国人器官重量参考值                      |  |
| 四、中国人器官重量参考值与日本参考人和ICRP参考人器官重量的比较 |  |
| 参考文献                              |  |
| 第四章 中国人主要器官的位置和大小                 |  |
| 一、甲状腺                             |  |
| 二、肝脏                              |  |

# CONTENTS

|                                                                                                                         |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| PREFACE .....                                                                                                           | 魏履新     |
| FOREWORD .....                                                                                                          | 王继先 陈如松 |
| CHAPTER I. INTRODUCTION .....                                                                                           | (1)     |
| 1. Definition, Application and Significance of Reference Man .....                                                      | (1)     |
| 2. Contents of Reference Man .....                                                                                      | (2)     |
| 3. Historical and Current Situation for Research of Reference Man .....                                                 | (2)     |
| 4. Prospect of Reference Man Study .....                                                                                | (5)     |
| References .....                                                                                                        | (5)     |
| CHAPTER II. REFERENCE VALUES OF PHYSICAL MEASUREMENT PARAMETERS FOR CHINESE .....                                       | (7)     |
| 1. Total Body Height and Weight .....                                                                                   | (7)     |
| 2. Setting Height, Head Circumference and Chest Girth .....                                                             | (16)    |
| 3. Other Physical Measurement Parameters .....                                                                          | (17)    |
| 4. Surface Area of the Total Body .....                                                                                 | (18)    |
| 5. Body Fat and Lean Body Mass .....                                                                                    | (18)    |
| References .....                                                                                                        | (19)    |
| CHAPTER III. ORGAN MASS REFERENCE VALUES OF CHINESE...                                                                  | (21)    |
| 1. Sources of Data .....                                                                                                | (21)    |
| 2. Mass of Main Organs of Chinese .....                                                                                 | (22)    |
| 3. Reference Values of Mass of Organs for Chinese .....                                                                 | (22)    |
| 4. Comparison of Reference Mass of Organs for Chinese with Those of Japanese Reference Man and ICRP Reference Man ..... | (27)    |
| References .....                                                                                                        | (28)    |
| CHAPTER IV. POSITIONS AND DIMENSIONS OF ORGANS FOR CHINESE .....                                                        | (29)    |
| 1. Thyroid Gland .....                                                                                                  | (29)    |
| 2. Liver .....                                                                                                          | (32)    |

- 三、胆囊
- 四、脾脏
- 五、胰腺
- 六、肾脏
- 七、肾上腺
- 八、子宫
- 九、卵巢
- 十、前列腺
- 十一、睾丸
- 参考文献

## 第五章 成年人骨骼重量及其有关参数

- 一、引言
- 二、骨骼的解剖结构
- 三、我国成年人的骨骼重量参数
- 四、与国外相应资料的比较

### 五、辐射防护中的骨剂量模型

参考文献

## 第六章 造血、血液和淋巴系统

- 一、造血组织
- 二、淋巴系统
- 三、血液、红细胞、白细胞、血小板及血浆  
总体水平

参考文献

## 第七章 膳食组成和食品消费量

- 一、研究方法
- 二、中国参考人的膳食组成和食品消费量
- 三、我国膳食组成的性别年龄组差异
- 四、影响膳食组成的其他因素

- 3. Gall bladder ..... (34)
- 4. Spleen ..... (35)
- 5. Pancreas ..... (36)
- 6. Kidneys ..... (37)
- 7. Adrenals ..... (40)
- 8. Uterus ..... (41)
- 9. Ovaries ..... (42)
- 10. Prostate ..... (43)
- 11. Testis ..... (44)
- References ..... (46)

## CHAPTER V. SKELETON MASS AND ITS RELEVANT PARAMETERS FOR CHINESE ADULTS ..... (48)

- 1. Foreword ..... (48)
- 2. The Autopsy Structure of Skeleton ... (48)
- 3. Skeleton Mass of Chinese Adults ..... (52)
- 4. Comparison with Relevant Foreign Data ..... (58)

- 5. The Bone Dose Model in Radiological Protection ..... (61)
- References ..... (61)

## CHAPTER VI. HEMATOPOIETIC SYSTEM, BLOOD AND LYMPHATIC SYSTEM ..... (65)

- 1. Hematopoietic System ..... (65)
- 2. Lymphatic System ..... (71)
- 3. Blood, Red Cells, White Cells, Platelets and Total Plasma Volume ..... (72)
- References ..... (76)

## CHAPTER VII. DIETARY COMPOSITION AND FOOD CONSUMPTION ..... (77)

- 1. Research Method ..... (77)
- 2. Dietary Composition and Food Consumption for Chinese Reference Man ..... (80)
- 3. Sex-age Group Difference of Chinese Dietary Composition ..... (82)
- 4. Other Influential Factors on Dietary Composition ..... (83)

## 五、我国膳食组成的国际比较及其特点

## 参考文献

## 第八章 营养素、元素和放射性核素的摄入量

## 一、食入摄入量的研究方法及其国内外进展

## 二、摄入量及食品中元素和放射性核素含量的卫生评价指标

## 三、我国各类食品中元素和放射性核素含量及其卫生学评价

## 四、热能、蛋白质、脂肪和碳水化合物的摄入量及其卫生学评价

## 五、元素和放射性核素摄入量及其卫生学评价

## 六、放射性核素食入所致内照射剂量的剂量学模型

## 参考文献

## 第九章 水平衡

## 一、体内的水

## 二、水的摄入及内生水

## 三、水的丢失

## 参考文献

## 第十章 肺功能正常值及ICRP呼吸道模型

## 一、引言

## 二、中国人肺功能正常值

## 三、ICRP 参考人呼吸道模型

## 参考文献

## 5. Comparison of Chinese Dietary

## Composition with Foreign Data and Its

## Characteristics ..... (86)

## References ..... (87)

## CHAPTER VIII. DIETARY INTAKES OF NUTRIENTS, ELEMENTS AND

## RADIONUCLIDES ..... (89)

## 1. Research Method for Dietary Intake and

## Current Progress ..... (89)

## 2. Index of Hygienic Evaluation for Dietary

## Intake and Food Contents ..... (92)

## 3. Element and Radionuclide Concentrations

## in Various Food Groups of Chinese and

## their Hygienic Evaluation ..... (95)

## 4. Dietary Intakes of Energy, Protein,

## Fat, Carbohydrate and their Hygienic

## Evaluation ..... (97)

## 5. Dietary Intakes of Element, Radionuclide

## and their Hygienic Evaluation ..... (98)

## 6. Dosimetric Model for Internal Dose of

## Radionuclides by Ingestion ..... (148)

## References ..... (150)

## CHAPTER IX. WATER BALANCE

## ..... (151)

## 1. Water in Human Body ..... (151)

## 2. Water Intake and Internally Produced

## Water ..... (152)

## 3. Water Loss ..... (154)

## References ..... (156)

## CHAPTER X. NORMAL VALUES OF LUNG FUNCTION AND RESPIRATORY

## TRACT MODEL OF THE ICRP ..... (158)

## 1. Foreword ..... (158)

## 2. Normal Values of Lung Function for

## Chinese ..... (158)

## 3. Human Respiratory Tract Model of the

## ICRP ..... (168)

## References ..... (176)

## 第十一章 中国正常人器官组织内的元素含量

### 一、引言

### 二、元素含量检测的重要性

### 三、元素的检测方法及质量控制

### 四、人体内器官组织元素含量

### 五、与国外资料的比较

### 参考文献

## 第十二章 中国人体内某些放射性核素的代谢资料

### 一、氚

### 二、锆和铌

### 三、钌

### 四、碘

### 五、铯

### 六、铈

### 七、钋

### 八、铀

### 九、钚

### 参考文献

## 附录 亚洲参考人研究和 Tanaka 模型

### 一、亚洲参考人研究的主要结果

### 二、Tanaka 模型

### 参考文献

## CHAPTER XI. ELEMENTAL CONTENT IN ORGANS AND TISSUES OF NORMAL CHINESE .....

### 1. Foreword .....

### 2. The Importance for Detection of Elemental Content .....

### 3. The Methods and Quality Control for Detection of Elements .....

### 4. The Elemental Content of Organs and Tissues in Chinese .....

### 5. Comparison with Foreign Data .....

### References .....

## CHAPTER XII. SYSTEMIC METABOLISM DATA OF SOME RADIONUCLIDES IN CHINESE BODY .....

### 1. Tritium .....

### 2. Zirconium and Niobium .....

### 3. Ruthenium .....

### 4. Iodine .....

### 5. Cesium .....

### 6. Cerium .....

### 7. Polonium .....

### 8. Uranium .....

### 9. Plutonium .....

### References .....

## APPENDIX. REFERENCE ASIAN MAN STUDY AND THE TANAKA MODEL .....

### 1. The Main Results of a Coordinated Research Programme on Reference Asian Man .....

### 2. The Tanaka Model for References Asian Man .....

### References .....

# 第一章 概 论

## 一、“参考人”的定义、用途和意义

在辐射防护、放射医学、核医学和其他医药、卫生、保健、劳动、体育等领域以及所有为人使用和使用于人的产品的科研、设计、生产中,都要用到人的解剖、生理和代谢等参数。但这些参数是因人而异的,即使是在性别、年龄和地域相同的一个群体中这些参数在个体间也存在着差异,使得我们的日常工作变得繁琐而困难,若能在某一群体中找到各参数的代表值,将这些代表值有机的综合起来,形成一个典型化了的该群体的标准人或参考人,这样就可以在同一生物学基础上对该群体中的个体统一的对待,不再考虑个体差异,同时也有了一个统一的标准,使不同的群体间可以比较。使得许多工作变得方便、快捷而规范。由于群体中的个体间各参数的变异都有一定的规律,可由参照群体中抽样调查测量再用统计学的方法求出其代表值(均数,中位数或百分位数),然后将其按固有的生物学规律有机的综合起来便形成了参考人。可见参考人(Reference man)或称标准人(Standard man),并不是指具体的人,而是某一特定人群的解剖、生理和代谢等参数的调查统计值经科学分析及综合后形成的描述该人群的形态特性,组织特性,生理和代谢特性等的数据库。参考人典型化了某一特定人群,并用于代表该人群。

由于建立参考人的目的不同,所选用的调查人群(参照人群)不同,包含的内容不同,用途也不同。如用作判断儿童生长发育状况的“生长发育监测用参考人群标准值”,所选用的参照人群(调查人群)是营养不良,身体健康,生长发育正常的儿童。其主要的内容是体重、身高、皮褶厚度、头围、上臂围等,如美国国家健康统计中心(NCHS)参照人群的标准值<sup>[1]</sup>。为人类工效学需要而建立的“中国成年人人体尺寸”是以中国从事工业生产的法定成年人(男 18~60 岁,女 18~55 岁)为调查人群,所包含的内容是 74 项体格测量参数<sup>[2]</sup>,适用于工业产品、建筑设计、军事工业及工业技术改造、设备更新及劳动安全保护,如汽车及坦克车的驾驶室的空间配置和驾驶员座椅设计等。又如为成年人头面部用具产品规格化而建立的“中国成年人头型系列”则是以中国成年人为调查人群,内容主要是头面部 29 个参数<sup>[3]</sup>。

在辐射防护领域中,辐射防护导则和基本标准的建立,次级标准如放射性核素的年摄入量限值(ALI),空气导出浓度(ADC)的导出,都需要参考人参数作依据。在辐射防护实践中,内照射剂量估算模式的建立,体模的研制,剂量转换系数的确定,在核事故和核战争应急情况下干预水平的确定和适当防护行动的采取也需要参考人的数据。如核事故情况下食物的管制等需要知道参考人的膳食组成和微量元素的含量等参数。本书重点讨论的是辐射防护用参考人,适用于群体的防护,当需对个体的剂量进行精确的估算时,应尽可能使用该个体的实测数据。

因人体的生长发育和体质特性除受遗传因素的制约外还与营养状况密切相关,社会经济状况的变化影响着人体体格的生长发育,如随着我国经济的发展人民生活水平的提高,国人膳食组成发生了重大变化。1990 年与 1982 年相比,国人植物性食物的日消费量有所减少(谷物减少了 11%,薯类减少了 50%),而动物性食物的消费量明显增加(肉、蛋、奶、水产品分别增加

了 81%, 200%, 323% 和 97%)。由动物性食物提供的能量, 蛋白质和脂肪 1990 年比 1982 年增加了 159%, 169% 和 46%<sup>[4,5]</sup>。与此相适应, 国人的生长进入了长期增长趋势的加速阶段<sup>[6]</sup>。实际上“参考人”已成为社会变革, 经济发展, 生活水平和卫生水平提高在人体生长发育与体质改善等方面的综合体现。动态研究参考人这个数据库中各个参数的变化及相互的关系, 能够提供提高人民生活质量增强人民体质的指导性方针政策。

## 二、“参考人”的内容

参考人参数项目很多, 大体可分为下列几类。

### 1. 解剖参数

1) 体格测量: 包括身高、体重、坐高、头围、胸围、颈围等。

2) 组织(皮肤、骨骼、肌肉、血液、脂肪、结缔组织等)和器官(心、肝、脾、肺、肾、胰、脑、肾上腺、脑垂体、甲状腺、性腺等)的重量、大小、相对密度、位置、组成(水、蛋白、脂肪、矿物质等)等。

### 2. 生理参数

(1) 肺功能(肺总量、肺活量、每分通气量、8 小时工作通气量等)、呼吸道模型。

(2) 食物的消化、吸收、排泄和消化道模型。

(3) 水平衡(水的日摄入量, 由汗、呼吸、尿和粪的日排出量)。

### 3. 代谢参数

膳食的组成、各种食物的日消费量, 能量、营养素、元素、放射性核素的日摄入量和组织器官中元素和放射性核素的含量及其代谢和平衡。

### 4. 发育的阶段特性

人体从胚胎到出生后各发育阶段的解剖、生理和代谢参数的变化及特点。

### 5. 主要影响因素

社会经济发展、生活习惯、膳食组成、生存环境改变对人体生长发育、解剖、生理和代谢参数的影响。

## 三、“参考人”研究的历史和现状

### 1. ICRP 标准人

最先提出“标准人”概念并用于实践的要算是辐射防护领域, 国际放射防护委员会(ICRP)早期在制定放射性核素的最大体内负荷量, 最大容许年摄入量, 空气和水中放射性核素的最大容许浓度时, 需要人体的某些数据(如身高、体重、组织器官重量和密度、元素组成、空气换气量、水和食物的摄入量、各种核素的代谢等参数)。但人体的各种参数因年龄、性别、民族、生活习惯、地理环境等千差万别, 深切感到有一套有代表性的公认的数据将是很方便的。为此 ICRP 于 1949 年在乔克河(Chalk river)容许剂量会议上首次提出了“标准人”的数据, 将人体解剖、生理和代谢等参数规格化。随后在 1950 年第六届国际放射学会议, 1953 年英、美、加三国容许剂量会议, 和第七届国际放射学会议上对“标准人”数据进行了补充。1959 年 ICRP 第二委员会又对其做了较大的增补和修订, 成为较为完整的“标准人”, 并以此数据为基础提出了工作人员因放射性核素沉积所致内照射允许剂量的报告书, 即 ICRP 第 2 号出版物<sup>[7]</sup>。

## 2. ICRP 参考人

鉴于1959年“ICRP 标准人”仍有较大的局限性,1963年ICRP第二委员会建议ICRP成立一个专门工作组负责修订,扩充“标准人”,并建议将“标准人”改称“参考人”。并着手从西欧和北美的白种人调查资料中收集数据,于1975年作为ICRP第23号出版物发布<sup>[8]</sup>。该出版物定义“参考人为生活在平均气温10~20℃,年龄在20~30岁,体重70 kg,身高170 cm的男性。他是居住在西欧和北美,并有当地生活习惯的高加索人”。显然这是针对当时在西欧和北美核设施和核企业工作的放射性工作人员。他代表的是西欧和北美的成年男性白种人。这个参考人被当时辐射防护领域所接受,成为辐射防护实践中通用的参考人,并习惯地称之为“ICRP 参考人”。ICRP第23号出版物包括三个方面的内容:①参考人的解剖参数,包括:身高、体重、表面积、相对密度、组成(水、脂肪、蛋白质、无机物等),并按系统(皮肤、骨骼、血液、淋巴、肌肉、心血管、消化、呼吸、泌尿生殖、内分泌、中枢神经、感官等)对各个组织器官逐个描述;②参考人中元素(51种)的含量和在各个组织器官中的分布;③生理学参数包括食物的摄入,吸收和排泄,能量、气体、水、元素的代谢和平衡;④人体各发育阶段解剖、生理方面的变化及妊娠、哺乳及胚胎及胎儿的有关参数。

随着核能和核辐射的开发和利用的发展,核电已逐渐构成人类能源的重要组成部分,放射性核素和电离辐射源在工、农、医和国民经济各个领域广泛应用,核能和核辐射的应用不再局限于核设施和核企业的场所,也不再是发达国家所独有。特别是核事故情况下,环境放射性污染所造成的危害将是全民性的甚至是全球性的,如前苏联切尔诺贝利核电站事故。辐射防护的重点由核工业、核设施转向人类的生存环境,保护的也不再只是从业者而且包括广大公众。ICRP参考人已不能满足辐射防护实践的需要,其明显不足是:①缺少各年龄组的数据,难以用于公众;②代表的是西欧北美白种人,仅占世界人口的13%,而占世界人口50%以上的亚洲人没有得到应有的反映。于是1987年ICRP第二委员会又成立了一个专门工作组,拟对第23号出版物进行修订。旨在针对公众的需要增加各年龄组的参数(新生儿,1岁,5岁,10岁,15岁,20~50岁),并用新的调查和研究资料更新和补充各种参数,注意各种参数的正常变异性。但仍是以西欧、北美的调查资料为基础。拟在附录中增加亚洲人的数据,企图扩大其代表性,修订正在进行中。

## 3. 亚洲参考人

因ICRP参考人是根据北美和西欧人的调查资料制定的,他们仅占世界人口的13%,代表的是北美、西欧白种人,亚洲国家占世界人口的50%以上,且在人种,生活环境,饮食习惯等都与之有着很大差别,将这些参数用于亚洲国家的辐射防护实践,必然会带来较大的不确定性。如印度人,由于体重和器官重量比ICRP参考人轻,当用同样剂量的放射性药物<sup>99m</sup>Tc时,印度成年男子的照射剂量比ICRP参考人的剂量高9%~17%。若按单位体重给药,则印度人的有效剂量将比ICRP参考人低7%~16%。又如根据印度人的水的摄入量和肺通气量推导放射性核素的导出空气浓度和水的容许浓度时,则分别比根据ICRP参考人导出的低10%~20%和40%。因为印度人生活在热带,水的摄入量和肺的通气量均大于ICRP参考人<sup>[9]</sup>。同样,日本人的膳食中含有大量的天然碘(日本人喜食海藻和海产品),每天每人约摄入500~2000 μg的天然碘,由于同位素的稀释效应,日本人的甲状腺对放射性碘的摄入量,生物半排除期和滞留量均明显低于ICRP参考人<sup>[10]</sup>。

鉴于诸如此类的差异对剂量估算和标准制定所产生的影响,在ICRP致力于修订ICRP参

考人的同时,一些国家和地区,特别是那些在种族、地域、生活和饮食习惯等方面与西欧、北美有明显不同的国家和地区也在为制订本国和本地区的参考人而努力。于是印度参考人<sup>[9,11,12]</sup>日本参考人<sup>[10,13,14,15]</sup>,中国参考人<sup>[16,17,18,19]</sup>,亚洲参考人<sup>[20,21,22]</sup>项目相继出现。

1987年11月在日本东京举行的国际原子能机构(IAEA)亚太地区辐射防护协作项目规划会上,IAEA提出开展“亚洲参考人-编辑解剖、生理和代谢参数”协作研究项目,以加强亚太地区辐射防护基础结构的建议,该建议受到与会者的积极响应和支持。1988年10月在日本水户召开了立题会<sup>[18]</sup>,孟加拉、中国、印度、印度尼西亚、日本、马来西亚、菲律宾、韩国、巴基斯坦、泰国和越南11个国家参加了亚洲参考人项目。

亚洲参考人合作项目第一阶段的重点是:体格测量;主要器官重量;膳食组成;各主要营养素、元素和放射性核素的摄入量;肺功能,水平衡。为与正在修订的ICRP参考人相一致,规定调查的对象包括男女,年龄分新生儿(0~3个月)、婴儿(1岁)、幼儿(5岁)、儿童(10岁)、少年(15岁)、成年(20~50岁)。体格测量包括:身高、体重、坐高、头围、颈围、胸围、胸宽、胸厚。器官重量,要求称重的器官是:脑、心、肺、肝、脾、胰、脑垂体、胸腺、肾上腺、甲状腺、性腺(睾丸、卵巢)和女性乳房。食物组成的分类为:谷物、豆类和坚果、薯类、糖和糖果、脂肪和油、水果、蔬菜、藻类、鱼虾、肉类、蛋类、奶和奶制品、调味品、饮料。元素包括:Al, Ba, Ca, Cs, Cl, Cu, I, Fe, La, Mg, Mn, P, K, Na, Sr, S, Th, U 和 Zn。会上对各项调查的抽样方法、判定标准、操作程序等都制定了具体的方案。

受国家卫生部和核工业部委托,中国医学科学院放射医学研究所与中国辐射防护研究院协作组织实施“亚洲参考人项目”,并研究编辑中国参考人。几乎中断了近10年的中国参考人工作又重新启动。

经过5年的工作,亚洲参考人项目第一阶段总结会于1993年10月在中国天津召开,会议分①体格测量;②骨骼和器官重量;③食物结构、人均日消费量和营养素、元素摄入量;④肺功能;⑤水平衡,5个专题进行总结。会议认为5年来各成员国的工作是积极的,认真的,做了大量的工作,主要成绩如下:

- 1)获得了各参与国人口上述5个方面的资料,并于ICRP参考人相应的参数做了比较;
- 2)找出了那些与ICRP参考人相差较大的参数,以便在辐射防护的实践中予以特别的注意;
- 3)由于已获得了易于量度的解剖、生理和代谢参数,得以去推导和界定那些重要的但难以直接度量的参数;
- 4)为第二阶段的亚洲参考人合作项目选题提供了根据。

鉴于在第一阶段工作中,微量元素的摄入量和器官含量的资料不够充分,由于方法等原因,也不够精确,不能满足建立参考人参数和进行内照射剂量估算的需要。会议建议亚洲参考人项目第二阶段工作的重点是,微量元素的摄入量和器官元素含量的研究。

1995年2月IAEA在日本召开了亚洲参考人项目第二阶段立题会<sup>[23]</sup>。会议原则同意第一阶段总结会关于第二阶段工作的建议,启动了题为“辐射防护中重要的微量元素摄入量和器官含量”的研究。为确保质量会议确定了少而精的原则。选择的检测元素是辐射防护中最关键的元素I, Ca, Sr, K, Cs, U, Th。要检测的器官和组织为甲状腺、肝、肾、肺、肌肉和骨骼,并建议尽可能采用先进的核检测技术,I用超热中子活化分析法(ENAA);Cs, U, Th用电感耦合等离子质谱法(ICP-MS);Sr, Ca, K用原子吸收光谱法(AAS)。为保证方法的统一和结果的可靠与可



比,采用标准参考物质对方法进行验证和比对,并引入严格的质量控制和质量保证措施。

对总膳食样品强调具有国家代表性;对器官和组织样品要求新鲜、正常,并特别强调在样品制备过程中严防被测元素的污染和丢失<sup>[24]</sup>。

## 四、“参考人”研究的发展趋势

从“参考人”发展的历史和现状不难看出:

1)参考人是应辐射卫生防护标准制定和在辐射防护实践中内外照射剂量估算的需要而兴起,也随着辐射防护标准和辐射防护实践的日益增高的需求而发展。

2)起初参考人是针对特定职业环境,旨在建立职业人群的参考人。随着核能,核技术的迅速发展和在国民经济各部门的广泛应用,参考人已发展为针对人类的生存环境,目的是建立对公众的,包括各个年龄组的男女系列参考人。

3)考虑到地理环境、民族、生活习惯、膳食结构等差异对人体某些体质特征的影响,为使防护标准的制定更符合本国和本地区的实际,辐射剂量的估算更为合理可靠,越来越多的国家和地区正在致力于建立自己的参考人。

4)计算机的使用,统计学的发展和先进的测量、检测和分析技术的涌现,加速了参考人向代表性,可靠性和先进性发展。

5)辐射防护水平的提高,生命科学自身的发展,使参考人内容不断充实,更新和完善,因此它的作用和意义也日趋重要和广泛。

(王继先)

## 参 考 文 献

- 1 丁宗一. 儿童生长发育监测. 中国9市儿童青少年体检发育调查资料汇编, 1985. 259~263
- 2 国家技术监督局. 中华人民共和国国家标准 GB 10000-88. 中国成年人人体尺寸. 北京:中国标准出版社, 1988
- 3 中华人民共和国国家标准 GB 2428-81. 中国成年人头型系统. 国家标准总局发布, 1981
- 4 中国预防医学中心. 1982年全国营养调查总结, 1985
- 5 陈君石, 高俊全. 1990年中国总膳食研究工作总结. 中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所, 1992
- 6 北京学生体质与健康研究组. 16省(市)汉族学生1979~1985年身体形态、机理与素质分析. 中国学生体质与健康研究. 北京:人民教育出版社, 1987. 186~238
- 7 ICRP. Report of Committee I on Permissible Dose for Internal Radiation. ICRP Publication 2. Oxford: Pergamon Press, 1959
- 8 ICRP. Report of the task group on Reference Man. ICRP Publication 23. Oxford: Pergamon Press, 1975
- 9 Jain S C, Metha S C, Kumar B, et al. Formulation of Reference Indian Adult: Anatomic and Physiologic data. Health Phys., 1995, 68(4): 509~522
- 10 Tanaka G, Kawamura H, Nakahara Y. Reference Japanese Man-1 Mass of Organs and other Characteristics of Normal Japanese. Health Phys. 1979, 36: 333~346
- 11 Raghunath VM, Soman SD. Water Intake for Indian Standard Man. Environmental Health, 1969, 11: 1~7
- 12 Soman SD, Panday VK, Joseph KT, et al. Daily Intake of Some Major and Trace Elements. Health Phys. 1969, 17: 35~40
- 13 Tanaka G. Reference Japanese Anatomical Data. NIRS-M-1992
- 14 Shiraishi K, Yoshimizu, Tanaka G, et al. Daily Intake of 11 Elements in Relation to Reference Japanese. Health Phys. 1989, 57(4): 551~557