



CHINA CHILDREN'S BONE AGE SCORE (TW-C)
CONCISE TUTORIAL

中国儿童骨龄评分法 (TW-C) 简明教程

(第2版)

■ 编著 叶义言



人民卫生出版社
PEOPLE'S MEDICAL PUBLISHING HOUSE



中国儿童骨龄评分法 (TW-C) 简明教程

(第2版)

编 著 叶义言

副主编 叶 韬 丁 敏

编 者 (按姓氏笔划排序)

田 葛 成 燕 刘 雁 刘新实

杨丽萍 杨秋颖 肖 艳 余 蓉

胡 超 徐小慢 夏贵隆 曹国春

彭 胜 程 娟

人民卫生出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国儿童骨龄评分法 (TW-C) 简明教程/叶义言编著.—2 版.
—北京:人民卫生出版社,2017

ISBN 978-7-117-24544-9

I. ①中… II. ①叶… III. ①儿童-骨骼测量-中国-教材
IV. ①Q984

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 110443 号

人卫智网	www. ipmph. com	医学教育、学术、考试、健康, 购书智慧智能综合服务平台
人卫官网	www. pmph. com	人卫官方资讯发布平台

版权所有,侵权必究!

中国儿童骨龄评分法 (TW-C) 简明教程
(第 2 版)

编 著:叶义言

出版发行:人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址:北京市朝阳区潘家园南里 19 号

邮 编:100021

E - mail: pmph @ pmph. com

购书热线:010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷:北京铭成印刷有限公司

经 销:新华书店

开 本:850×1168 1/32 印张:10 插页:4

字 数:207 千字

版 次:2005 年 6 月第 1 版 2017 年 6 月第 2 版

2017 年 6 月第 2 版第 2 次印刷(总第 3 次印刷)

标准书号:ISBN 978-7-117-24544-9/R · 24545

定 价:35.00 元

打击盗版举报电话:010-59787491 E-mail: WQ @ pmph. com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

主编简介



叶义言，男，湖南邵东人，出身于知名中医世家，儿科教授、主任医师、我国儿童生长学权威、“中国儿童骨龄评分法”创制人、享受国务院特殊津贴专家。

1958~1964 年湖南医学院（现中南大学湘雅医学院）医疗系毕业；1964~1967 年湖南医学院血吸虫病免疫学副博士研究生毕业；1967 年起中南大学湘雅医院从事儿科临床、教学、科研等工作；1985~1986 年考取公派英国伦敦大学和英国儿童医院进修儿童生长发育和儿科内分泌，师从国际上儿童生长学开创人 Tanner 教授，应邀为国际人类生物学研究协会会员；1993 年晋升教授、主任医师，享受国务院特殊津贴专家；1994~1999 年应邀多次赴香港大学医学院（现李嘉诚医学院）儿科学系和玛丽医院儿科作为客座教授和研究员从事生长研

究。2001 年从湘雅医院退休后，主动下基层进行社会调查，了解目前儿童生长发育及其医疗保健服务的情况，在此基础上倡导发展和创建我国儿童生长学及其实业，提出以生长发育为基础的儿童健康管理模式，载入“中国健康服务产业发展报告（2015）”蓝皮书。被评选为 2014 感动中国之感动湖南人物并入围央视感动中国人物。

至今从事儿科临床、教学、科研 40 余年，专业为儿童生长发育及其相关疾病（如内分泌遗传代谢疾病等）的医疗保健。1987 年在湘雅医院开设小儿生长发育专科门诊，主持到退休。曾负责湘雅医学院 1977、1978、1979 级三届毕业生参加全国统考的儿科辅导，连续三年获全国儿科单科成绩第一名。完成省、国家级课题 8 项，获省、部级科研成果奖 3 项。在国内、外专业杂志发表论文 50 多篇；主编骨龄专著 2 部，其中一部获“第七届全国优秀科技图书奖”；主审“家庭妇幼保健小丛书”一套 4 册；主编和参编著作 8 部；编写和指导摄制科普性电影、电视节目多个，发表大量科普文章，其中获奖作品多篇。叶教授目前仍工作在儿童生长发育相关疾病的医疗保健临床第一线。

前 言

精准可靠的骨龄才能客观地反映儿童的成熟程度，才能具有临床应用价值，本方法传承 TW 的这一基本理念，作者曾经过 Tanner 亲自指导和考核合格，掌握了 TW 骨龄分期系统即通常称作的骨发育尺，以此对我国儿童的骨发育进行研究，从而制订了适用于我国儿童的骨龄评分方法，以及与之配套的含骨发育因素的我国儿童成年身高预测方法、女孩初潮年龄预测方法。本方法的名字，正像每一个孩子的名字一样，都是别人取的：**中国儿童骨龄评分法**，取自人民卫生出版社；**TW-C**，取自国际上 TW 骨龄评分法创始人 Tanner；**叶氏骨龄评分法**，取自我国同行们。本方法在研究时曾获湖南省科委、国家自然科学基金资助，自 1991 年发表以来，得到了国内、外同行们的普遍认可，1992 年获卫生部医药卫生科学技术进步奖，1994 年专著“儿童青少年骨龄的评分法图谱及应用”湖南科技出版社出版，1995 年该专著获第七届全国优秀科技图书奖，1996 年列为中国“八五”科技成果之一，1998 年卫生部选入“十年百项”技术向全国各级医院临床推广，1999 年该技术软件包研制成功并实际应用，有效地克服了手工操作烦琐费时的缺点，2005 年专著《中国儿童骨龄评分法》人民卫生出版社

出版,并实现该技术互联网、远程骨龄评定等功能(<http://ba.yeyiyan.cn>),已日常应用,能统一操作和管理,使单机操作存在的误差因人而异、资料贮存容量越来越大以致管理维护越来越繁杂等问题得到解决,则更为简便易行了。国家卫生部曾组织各地有关专家评议的综合意见是:“适合国情,科学性强,技术成熟,精确度高,具有广泛使用价值,是对我国骨龄评定方法的重要更新与贡献,亦为今后开展有关工作和研究提供了新的方法、依据与途径,并能与国际通用方法接轨。”

当前,随着精准医学的发展,对精准可靠的骨龄需求日增,感于大家之热切,激发“老夫少年狂”,30个日夜敲打键盘,赶出这本教程,以寻根问源的方式,简明介绍TW-C的理念、方法和临床应用。第一章,简介TW和TW-C的历史,展现原创者的思路;第二章,概述从Tanner开始,各国儿科工作者等专业人士,半个多世纪以来,结晶出的TW精髓;第三章,较为详细地介绍了堪称为原器的TW发育尺,以及用于中国为我国儿童量身定制的TW-C骨龄标准;第四章,分享了正常生长、24种生长疾病,共34幅个人纵向生长路线图和案例摘要,特别是Tanner当年骨龄应用的案例,至今仍然是世界上极有价值的珍贵文献和知识来源,我国还缺少,其意义更不止于骨龄的应用,值得借鉴和效法。全书贯穿着TW精准可靠的基本理念,纵观60多年来TW的历史原貌和沿革,集合数百幅图、数十份案例,作为中国儿童骨龄评分法的简明教程,希望适合儿科、儿童保健科、放射科、儿童生长发育专业、儿童内分泌遗传代谢专业等各级医务人员和科研人员的需要。

笔者要感谢至今还在儿科临床第一线感受孩子们的童心、童真和童趣，以及家长们的诚切、诚挚和诚朴，感谢在为儿童健康成长而同心同德、携手共进的同事们和朋友们，感谢为本书制作精致图片的胡超、曹国春，特别是浙江台州市第一人民医院儿科主任应小明医师最近发起举办的骨龄培训班，得到了各方人士和儿科等医师们的热烈响应，反映了对精准可靠骨龄方法的迫切需要、为了提高儿童生长发育相关疾病医疗保健质量的迫切愿望。笔者感到责无旁贷，先奉献此书，以缓急需。书中不妥之处，敬请指正，不胜感激！

叶义言

2017年6月

于湖南长沙市

目 录

第一章 TW 骨龄评分法和中国儿童骨龄评分法的历史	1
一、TW 系的创建史	1
二、中国儿童骨龄评分法的创建历程	16
第二章 TW 骨龄评分法概述	28
一、TW 骨龄评分法的根源	28
二、TW 骨龄评分法的选骨	30
三、TW 骨龄评分法骨发育期及其赋分	34
四、TW 骨龄评分法骨龄标准	37
五、TW 成年身高预测	45
六、TW 女孩初潮年龄预测	47
七、TW 技术的培训和要求	49
八、TW 骨龄的临床应用	55
第三章 中国儿童骨龄评分法	74
一、TW-C 拍摄技术	74
二、TW-C 读片技术	77
三、TW-C 分期技术	80

四、TW-C 骨龄评定技术	209
五、TW-C 骨龄的临床应用	228
第四章 TW 骨龄评分法临床应用案例分享	249
参考文献	318

第一章

TW骨龄评分法和中国儿童骨龄 评分法的历史

TW 骨龄评分法 (TW methods) 是 Tanner 与其助手 Whitehouse 创建的骨龄方法, 最为精确, 广被采用, 逐渐发展为 TW 系列, 包括其本身的 TW 系和各地衍生的 TW 标准, 已成为国际上通用的评定骨龄基本方法之一。TW-C 骨龄评分法是利用 TW 骨龄法的原理, 为我国儿童量身定制的骨龄评分法, 是 TW 系列的中国版。

一、TW 系的创建史

Tanner 等通过长期对英国及西欧儿童生长全过程的连续地纵向研究, 创建了骨龄评分法, 于 1962 年提出 TW_1 法; 1975 年修改为 TW_2 法, 在国际上广被采用; 2001 年, 修改为 TW_3 法, 正在试行推广。 TW_1 、 TW_2 、 TW_3 , 为 TW 系, 这是 TW 系列的原本。

(一) Tanner 简介

J. M. Tanner (James Mourilyan Tanner) 生于 1920 年英国坎伯利。青少年期学习过现代语言、数学和工程学, 1939 年 (19 岁) 开始在伦敦圣玛莉医院学医; 1941 年 (21 岁) 在美国费城宾夕法尼亚大学和约翰斯·霍普金医院学习, 其间对儿童生长的生理学产生了兴趣; 1944 年 (24 岁) 回到圣玛莉医院完成医

学院学业。1946~1948 年（26~28 岁）在剑桥大学任教人体解剖学，其后获伦敦大学托马斯医院生理学高级讲师职称，其间接受英国政府卫生部的研究课题，在伦敦 Harperden 社区进行儿童纵向生长研究，这一研究成为国际儿童生长研究的里程碑，成为儿童生长研究的模板，以后于 20 世纪 50 年代在欧洲一些地方的儿童生长研究都采用该模板。他在该研究中创建了儿童青春发育分期的标准、骨龄分期及其评分的标准，一直被国际上沿用至今。他不仅对儿童正常生长进行基础性研究，而且还致力于儿童生长障碍的临床诊治研究，在伦敦大学儿童卫生研究院建立了儿童生长发育科、在英国儿童医院建立了“儿童生长疾病门诊”，定期坐诊并担任该门诊的荣誉顾问。之后该门诊部成为欧洲人类生长学和生长激素缺乏的研究和诊疗指导中心。

Tanner 的最大建树是他倡导的人类发育学成为了儿科内分泌学的基石，他的大量著作成为了全球儿科和内分泌医生的重要知识来源和工作指南，如生长和青春发育、骨龄评分法专著、儿童生长的正常差异和疾病、人类生长研究的历史等。

鉴于 Tanner 对儿科内分泌学的贡献，他被认为是国际上本领域内最有影响的杰出人物，1999 年被欧洲儿科内分泌学会（ESPE）授予荣誉会员称号。

（二）TW 系的历史沿革

TW 系经历过 TW_1 、 TW_2 、 TW_3 三次修改，如果从 20 世纪 40 年代开始儿童纵向生长研究算起，到 2001 年公布 TW_3 ，历时长达 60 年！在 Tanner 2002 年寄给我 TW_3 原著等资料、在 3 版的前言上，可清楚地看到 TW 系的思路和历史沿革。

1. 第 1 版前言 Tanner 写于 1975 年 9 月。

Preface to the First Edition

The determination of skeletal maturity ('Bone Age') has an important place in the practice of paediatrics, especially in relation to endocrinological problems and growth disorders. It is frequently useful in diagnosis (for example of short children with growth delay) and in monitoring treatment in such endocrinopathies as hypothyroidism and congenital adrenal hyperplasia, and it is essential in any (perhaps misguided) attempts at treating short children by giving anabolic steroids. It also serves in the school years as the basis for the prediction of adult height and it is on this basis (and not by ex-cathedra assertions) that young people with an unusual but not pathological degree of growth delay may be rationally reassured as to their normality and future. It also has its uses in the public health sphere, for comparisons of skeletal maturity between samples of populations reveal degrees of environmental disadvantage perhaps more finely even than growth velocities.

Concerning the general notion of physiological maturity Franz Boas of Berlin and Columbia University was the pioneer (Tanner, 1981 p. 235). It was he who invented the phrase *tempo of growth* and first clarified, at the end of the last century, the great differences between children in rate of maturing. His notions were applied to the development of the bones soon after Roentgen discovered how to make radiographs, but the first practical guide for the clinician was the atlas of the hand and wrist made by T. Wingate Todd (1937) of Western Reserve University, Cleveland. Its successor, the atlas of Greulich and Pyle (1959), is still in everyday use. Nancy Bayley, of the University of California, first placed the prediction of adult height on a firm basis and her system (Bayley and Pinneau, 1952) is also still used.

In 1962 Tanner, Whitehouse and Healy produced a new method for assessing skeletal maturity (TW1), believed to be more flexible and deriving from a more solid mathematical base. In it each bone of the hand and wrist was classified separately into one of eight or nine stages, to which scores were assigned. These scores were summed to give the skeletal maturity. The present system (TW2) is a revised version of this and supercedes it. *Users of the earlier system should note that we have not changed the characteristics of the stages* (though we have eliminated a number which were difficult to rate correctly). Thus radiographs rated by TW1 do not need rerating. They do, however, need resoring, since we have changed the scores attached to each stage, and differentiated between the sexes. The reasons for this will be found in the text. The new system provides separate maturities for the carpal bones; and for the radius, ulna and short bones (metacarpals and phalanges) the latter called RUS. We have found the RUS maturity preferable for many purposes including prediction of adult height, as well as simpler to score. The same standardizing groups of children as before have been used, that is, some 3000 normal British boys and girls. Twelve years' experience by investigators in all parts of the world has shown that this system of bone stages is a universal one, applicable to all populations, though of course the means of the maturity scores at given ages vary from one group to another, just as do the means for height.

We wish to thank many of our paediatric and anthropological colleagues for helpful data and discussions, particularly Dr Elsa Andersen, Dr Charles Brook, Mr Noel Cameron, Dr B. S. Carter, Dr Phyllis Eveleth, Professor Andrea Prader and Dr C. Rodrigues. Both TW1 and TW2 systems were issued in draft form by the International Children's Centre in Paris for discussion and testing by members of the Coordinated Longitudinal Growth Teams active since 1953 in Brussels, Dakar, London, Paris, Stockholm and Zurich, and others interested. We wish to acknowledge the great help that these discussions, organized by the late Dr Nathalie Masse and Dr Frank Falkner, gave us in developing our thoughts. We are especially grateful to Dr Peter Jones for assistance in defining the stages and to Mr Peter Hughes for help in their revision, as well as to Miss Janet Baines for her sensitive organization of the Growth Disorder Clinic and her preparation of the manuscript. As the reader will appreciate, we owe much to the publishers for their help and understanding advice. We have been aided over the years by grants from the Medical Research Council, the Nuffield Foundation and the Department of Health and Social Security.

J. M. TANNER
R. H. WHITEHOUSE
W. A. MARSHALL
M. J. R. HEALY
H. GOLDSTEIN

London
September 1975

图 1-1 第 1 版前言

直译如下：

“骨发育程度的确定 (bone age, 骨龄) 在儿科实践, 特别在有关内分泌问题和生长疾病方面, 具有重要作用。它经常用于诊断 (如伴有生长迟缓的矮小儿) 和诸如甲状腺功能低下、先天性肾上腺皮质增生症的治疗监护, 对于任何 (也许是误导) 试图用同化类固醇治疗矮小儿的做法也是至关重要的。它也用于学龄儿童作为预测成年身高的基础, 同样 (虽然还不是非常可靠的认识), 对于异常但尚未达到病理程度的生长迟缓的青年人, 应再确认其正常状态及将来情况。它也用于公共卫生领域, 在样品人群之间比较骨发育程度, 以发现不利环境的程度, 甚至可能比用生长速度的比较更精确。

关于生理成熟度的一般概念, 柏林和哥伦比亚大学 Franz Boas 是先驱者。是他创造了生长速率 (tempo of growth) 的名词, 而且在上世纪末, 首先证明在儿童之间成熟速度的重大差别。他的概念在伦琴发现如何照 X 线片后不久便很快用于骨的发育, 但首先实际指导临床的是克利夫南, 西储大学 T. Wingate Todd (1937) 制订的手和腕骨图谱。其继承者, Greulich 和 Pyle 图谱 (1959) 至今仍在日常使用。加利福尼亚大学 Nancy Bayley 首先置成年身高预测于坚实的基础, 她的系统 (Bayley 和 Pinneau) 也仍在用。

1962 年, Tanner, Whitehouse, Healy 建立了一种新的评定骨龄方法 (TW_1), 相信是比较灵活的, 源自比较坚实的数学基础。在该法中, 每一块手和腕骨被各自分为 8 或 9 期中的某

一期，给以分值。这些分累加到骨成熟。现在的系统 (TW_2) 是该版的修改版并替代它。较早系统的使用者应注意，我们没有改变各期的特征（虽然我们已剔除一些难以正确分期的征象）。因此， TW_1 分期的 X 线骨片不需再重新分期。但它们需要重新评分，因为我们已改变了每一期的赋分，而且因性别而不同。其原因将在正文中看到。新系统对于腕骨；以及桡、尺和短骨（掌骨和指骨），后者称为 RUS，提供不同的成熟度。我们发现，RUS 成熟度在很多方面都更好些，包括成年身高的预测，以及评分的简便。已用于以前的同一个标准化儿童组，即 3000 名左右的正常英国男孩和女孩。由世界各地研究者 12 年的经验显示，本系统分期是普适的，可适用于全人群，当然，一定年龄成熟分的均值因人群而不同，正如身高均值的不同一样。

我们对本儿科和人体测量学院的许多同事在资料和讨论方面的帮助，特别是……医生， TW_1 和 TW_2 系统由巴黎国际儿童中心以稿件形式发布，供纵向生长协作人员讨论和试用，自 1953 年起在布鲁塞尔、达喀尔、伦敦、巴黎、斯德哥尔摩、苏黎世及其他感兴趣的地方进行。我们衷心感谢……”

2. 第 2 版前言 Tanner 写于 1983 年 10 月。

直译如下：

“ TW_2 骨发育系统似乎以其方式在全球流行，原版本已用尽。此外，我的同事与我已完成我们方法有关预测成年身高方面的修改，根据一组儿童样本，包括很高、很矮、发育很迟缓的患者以及正常的男孩和女孩，得出一些公式整合在第

一版的公式中。因此本修改版的预测公式完全是新的了，我们认为比 1975 年的更准确，原版现在视为淘汰。

PREFACE TO THE REVISED EDITION

The TW2 skeletal maturity system seems to be making its way in the world, and the original edition has been exhausted. In addition my colleagues and I have recently brought out a revision of our method of predicting adult height, with equations based on a sample of children which includes very tall, very short and very delayed patients as well as the normal boys and girls used in setting up the equations in the first edition (Tanner *et al.*, 1983). The prediction equations given in this revised edition are thus completely new, and we think more accurate than those given in 1975, which we now regard as obsolete.

The skeletal maturity section of the book is unchanged in essentials, though experience of teaching the system made us conscious of ambiguities in some of the descriptions. These we have tried to remove, largely through the help of Dr Noël Cameron, now an additional author. We have also thoroughly updated the book as regards the increasing bone age literature.

Once again we wish to thank Mrs Janet Baines Preece for her skillful running of the Growth Disorder Clinic and her help in revising the manuscript. We wish to thank also Mr Michael Donmall and Dr Yelitza Cardona for helpful comments on the TW2 ratings, Dr Kyle Landt, Dr Barry Carter and Mr Jashvant Patel for help with the calculation of the new equations, and Miss Susan Barrett for typing the new manuscript.

J.M. TANNER

London
October 1983

图 1-2 第 2 版前言

本版骨发育部分根本没有改变，虽然据我们在教该系统的经验，意识到某些描述含糊不清。对这些我们已努力在排除……我们已完全更新本版，因考虑到骨龄文献在增加……”

3. 第 3 版前言 Tanner 写于 2000 年 3 月。

直译如下：

“自本书第 2 版后将近 20 年了，在很多国家发育的时代趋势比较快，方法和概念亦相应在进步，因而使得本第 3 版有点来迟。

Preface to the Third Edition

It is nearly twenty years since the second edition of this book was published, and the secular trend in many countries towards more rapid maturation, together with methodological and conceptual advances, have made this third edition somewhat overdue.

Considerable changes have been made, to the extent that the system described here is now termed TW3, replacing the old TW2. Importantly, however, we have altered nothing in the description and manual rating of the stages of the bones. Thus the RUS scores and the Carpal scores are exactly the same in TW3 as in TW2. The 20-bone score, though, has been abolished, on the grounds that this mixture of RUS and Carpal scores had little to commend it.

The reference values and charts for RUS have been changed, taking account of recent data from North America (from 9 years upwards) as well as from Europe. The conversion to Bone Age thus also changes, and TW3 Bone Ages are about a year ahead of TW2 Bone Ages from ages 10 or 11 years upwards; they are less different at earlier ages.

The prediction system for adult height has been changed so that the equations are now based directly on RUS scores, instead of on Bone Ages. This seems to us more logical, in that the scores are invariant from population to population, whereas the Bone Ages are dependent on circumstances. We have also changed the population on which the equations are based, now using, with our new and highly welcome collaborators, the children of the First Zurich Longitudinal Growth Study. This study includes parental heights, so we have been able to examine whether, and at what ages, these heights should be incorporated in the predictions.

One day, we presume, all RUS scoring will be done by computer, and we have a chapter describing computer-assisted skeletal age scoring (CASAS), a system introduced, with the help of Robert Gibbons, in the 1990s. This system is gradually coming into general clinical use and is in the process of being refined.

We have been extraordinarily fortunate in having ready help with data and comment from a number of friends. Besides Luciano Molinari and his Zurich collaborators, we have had data contributed by Lodovico Benso and Silvia Vannelli from Turin, Giorgio Aicardi and Marina Vignolo from Genoa, Kumi Ashizawa from Tokyo, and John Buckler from Leeds. We thank them profusely, and we thank, too, Gunilla Tanner for her indispensable help at all stages of the manuscript preparation.

J. M. TANNER
M. J. R. HEALY
H. GOLDSTEIN
N. CAMERON

March 2000

图 1-3 第 3 版前言

考虑已做了改变,已达到这种程度,本书所叙述的系统现称为 TW_3 , 以替代旧的 TW_2 。但是,重要的是,在骨的人工分