

主 审：王小林

主 编：焦 俊

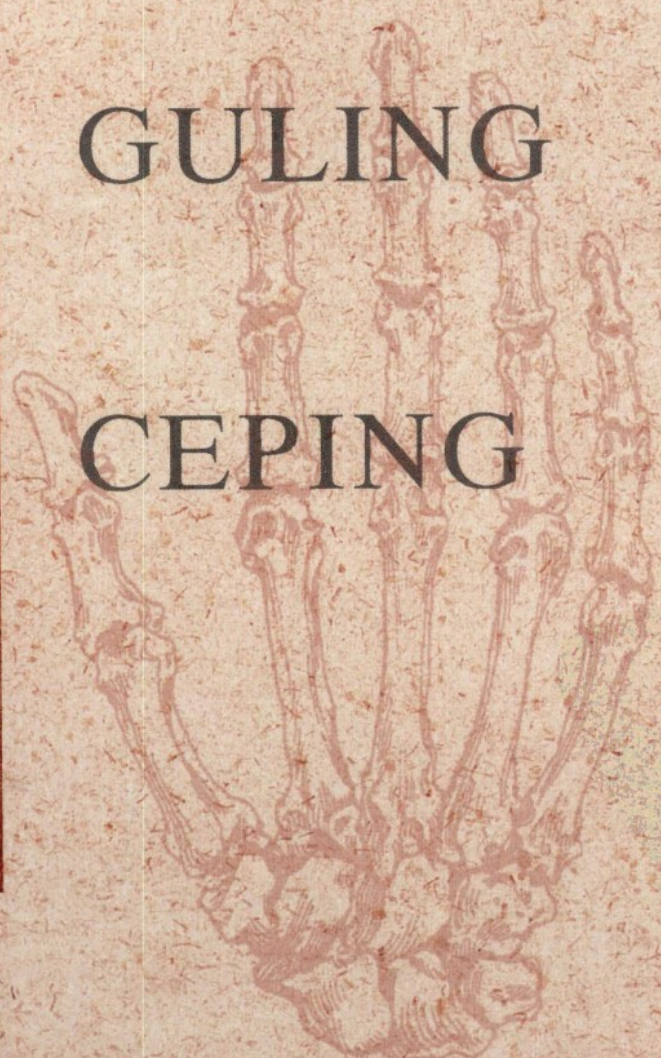
副主编：杜 霞



X XIAN

GULING

CEPING



贵 州 科 技 出 版 社



# X 线 骨 龄 测 评

责任编辑：袁 隽

组稿编辑：熊兴平

技术设计：袁 隽

装帧设计：韩亚霏

X XIAN

GULING

CEPING



ISBN 978-7-80662-804-1



9 787806 628041 >

定价：56.00 元



贵州省优秀科技教育人才省长专项资金项目

# X 线 骨 龄 测 评

主 审：王小林  
主 编：焦 俊      副主编：杜 霞



X XIAN

GULING

CEPING

贵 州 科 技 出 版 社

· 贵 阳 ·

贵州大学  
PDF

图书在版编目(CIP)数据

X线骨龄测评 / 焦俊主编. -- 贵阳: 贵州科技出版社, 2009. 12

ISBN 978 - 7 - 80662 - 804 - 1

I. ①X… II. ①王… III. ①X射线 - 应用 - 人体 - 骨骼测量 IV. ①Q984

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 193465 号

出版 贵州科技出版社  
发行  
地址 贵阳市中华北路 289 号 邮政编码 550004  
经销 贵州省新华书店  
印刷 福建彩色印刷有限公司  
开本 787 mm × 1 092 mm 1/16  
印张 10.75  
字数 300 千字  
版次 2009 年 12 月第 1 版  
印次 2009 年 12 月第 1 次  
印数 1 100 册  
定价 56.00 元

新华书店

PDG

# 编辑委员会

主 审 王小林

主 编 焦 俊

副主编 杜 霞

编写人员

贵阳医学院影像科

焦 俊 杜 霞 王瑞芝

陈绪光 周 石

贵阳医学院儿童保健中心

王文英 周映萍 王 宏

李 碧

贵阳市妇幼保健医院放射科

吴永彦 刘栋志 姚 远

图像制作 杜 霞 王瑞芝



## 内容提要

本书图文并茂、结构清晰,介绍了骨发育的组织学、解剖学基础理论知识,为后述作铺垫,并忠实于他人的学术成就和我们的研究成果,回顾并全面介绍和评价国内外各种骨龄测评方法,包括国际公认的骨龄测评法——TW3 法和我院最新进行的大规模婴幼儿、儿童及青少年骨发育 X 线研究和骨龄测评,体现了骨龄测评的历史和研究现状。该书对骨发育的观察和骨龄测评具有学术参考价值 and 实际应用指导意义,可供儿科、骨科、内分泌科及影像科等临床医务工作者和法医学骨龄鉴定使用,也可供青少年、科学工作者、医学院(校)学生、体育人体研究人员以及关心儿童、青少年发育的家长参阅。



# 前 言

骨龄的测评和观察可以从一个方面反映儿童和青少年的正常生长发育状态,对于患病者,也可以通过骨龄测评了解疾病对人体生长发育的影响。因此,骨龄测评具有明显而重要的研究价值和临床应用意义。

随着多种骨龄测评方法的推出和实际工作中对骨龄测评实用性和准确性的需要,有必要对骨龄测评的各种方法进行汇总。另外,随着时间的推移和年代的发展,也有必要对现在的婴幼儿、儿童及青少年的骨发育和骨龄重新认定。为此,我们组织编写《X线骨龄测评》一书,以弥补这方面的不足,并体现骨龄测评研究和发展的现状。

本书秉持注重实用的原则进行编写,力求文字精简、图文并茂、结构清晰。第一部分介绍骨发育基础理论知识,第二部分对骨龄测评进行历史回顾和汇总,第三部分为作者对骨龄测评的影像研究成果,从骨发育的组织学、解剖学基础理论知识到各种骨龄测评方法均有概述。全书共分3章,约26万字,线图及图片计100余幅,其内容系统、全面,实用性强,参考价值较高,可作为医务工作者、体育工作者、法医学工作者的实用参考书。由于我们的水平和经验有限,不当或错误之处在所难免,敬请各位专家和读者批评、指正。

编 者

2009年6月于贵阳





## 第一章 骨发育 / 1

### 第一节 骨发育基本概念 / 1

#### 一 膜内化骨 / 1

1. 膜的形成和骨化中心出现 / 1
2. 骨的生长和形成 / 2

#### 二 软骨内化骨 / 2

1. 软骨雏形形成 / 2
2. 原始骨化中心出现 / 2
3. 骨干的生长和形成 / 2
4. 骨髓的成骨过程 / 5
5. 附加骨化中心 / 5

#### 三 混合型化骨 / 5

### 第二节 骨发育的组织学基础 / 6

#### 一 骨细胞间质 / 6

#### 二 软骨及软骨细胞 / 6

1. 透明软骨 / 6
2. 弹性软骨 / 7
3. 纤维软骨 / 7

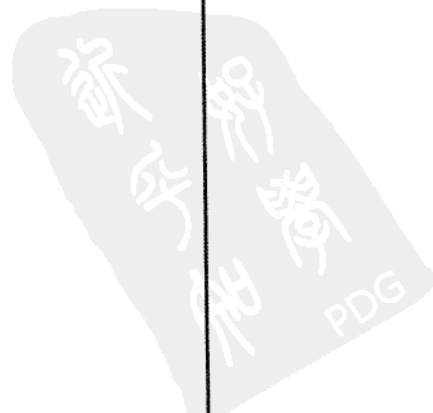
#### 三 骨细胞 / 8

1. 骨祖细胞(骨原细胞) / 8
2. 骨母细胞(成骨细胞) / 9
3. 骨细胞 / 10
4. 破骨细胞 / 10

#### 四 骺软骨与骨化中心 / 11

#### 五 骺板软骨 / 11

1. 生发层 / 11
2. 增殖层(zone of proliferation) / 11
3. 基质合成层(zone of matrix synthesis) / 11
4. 肥大细胞层(zone of cell hypertrophy) / 11
5. 先期钙化带(zone of provisional calcification) / 12







### 第三节 骨发育的解剖学基础 / 13

- 一 骨 骺 / 14
- 二 骨骺板 / 14
- 三 干骺端 / 14
- 四 骨 端 / 14
- 五 骨 干 / 15
- 六 腕手诸骨 / 15
  1. 腕骨 / 15
  2. 掌骨 / 15
  3. 指骨 / 15

### 第四节 影响骨发育的因素 / 16

### 第五节 影响骨发育的常见疾病 / 16

- 一 佝偻病 / 16
- 二 地方性氟中毒 / 16
- 三 性激素减少 / 17
- 四 甲状腺机能减退 / 17
- 五 肾性骨营养不良症 / 17
- 六 肾上腺皮质功能亢进症 / 17
- 七 肾上腺-性腺综合征 / 18
- 八 维生素A和维生素C缺乏 / 18
- 九 糖尿病 / 18
- 十 巨人症与肢端肥大症 / 18
- 十一 骨 折 / 18
- 十二 感 染 / 19
- 十三 体质性骨病 / 19

## 第二章 骨龄及其测评方法 / 20

### 第一节 骨 龄 / 20

- 一 概 述 / 20
- 二 骨龄测评的临床意义 / 21
- 三 测定骨龄的部位及体位 / 21





## 第二节 骨龄测评的方法 / 22

### 一 图谱法 / 22

- 1.G-P图谱法 / 22
- 2.Vogt和Vickers图谱法 / 22
- 3.Stuart图谱法 / 25
- 4.顾氏图谱法 / 26

### 二 评分法 / 27

- 1.TW系列 / 27
- 2.骨龄百分计数法 / 28
- 3.CHN计分法 / 28

### 三 骨化中心出现、闭合年龄法 / 28

- 1.口诀法 / 28
- 2.图、表解法 / 28

### 四 骨化中心计数法 / 55

- 1.Elgenmark骨化中心计数法 / 55
- 2.Garn骨化中心计数法 / 56

## 第三节 TW2、TW3骨龄评分法具体介绍 / 57

### 一 手腕部骨发育的X线分期 / 57

- 1.桡骨 / 57
- 2.尺骨 / 58
- 3.第1掌骨 / 59
- 4.第3、5掌骨 / 60
- 5.第1近节指骨 / 61
- 6.第3、5近节指骨 / 61
- 7.第3、5中节指骨 / 62
- 8.第1远节指骨 / 63
- 9.第3、5远节指骨 / 64
- 10.头状骨 / 64
- 11.钩骨 / 65
- 12.三角骨 / 66
- 13.月骨 / 67





14.舟骨 / 68

15.大多角骨 / 68

16.小多角骨 / 69

## 二 骨龄标准 / 70

### 第三章 贵州地区骨龄测评的研究 / 76

第一节 骨龄测评研究的目的 / 76

第二节 贵阳医学院骨龄测评方法 / 77

第三节 贵阳医学院骨龄测评研究的成果及其应用 / 81

#### 一 腕手各部位骨发育分期 / 81

##### (一) 尺、桡骨远端 / 81

1.桡骨远端 / 81

2.尺骨远端 / 82

##### (二) 腕骨 / 83

1.头状骨 / 84

2.钩骨 / 85

3.三角骨 / 86

4.月骨 / 87

5.舟骨 / 88

6.大多角骨 / 88

7.小多角骨 / 89

##### (三) 掌指骨 / 90

1.第1掌骨近端 / 91

2.第3掌骨近端 / 92

3.拇指近节近端 / 92

4.中指近节近端 / 93

5.中指中节近端 / 94

6.拇指远节近端 / 95

7.中指远节近端 / 96

#### 二 计分法的应用 / 97







- 第四节 TW3骨龄测评方法的应用 / 98
- 一 骨发育百分位表 / 98
  - 二 骨发育百分位图 / 101.
  - 三 骨龄图谱法(中位片) / 102
    - 1.手腕部骨骺发育情况X线解剖示意 / 103
    - 2.女性3个月至18岁各年龄中位片 / 106
    - 3.男性3个月至18岁各年龄中位片 / 129
    - 4.中位片图谱临床应用的举例说明 / 152
  - 四 与既往我院测评结果的比较 / 158
  - 五 骨发育评价和身高预测系统 / 160
    - (一) 贵阳市婴幼儿、青少年骨龄研究结果 / 160
    - (二) 骨发育评价和身高预测系统 / 160
      - 1.系统组成 / 160
      - 2.计算方法 / 161
    - (三) 应用实例 / 162





# 第一章 骨发育

## 第一节 骨发育基本概念

骨的发育包括骨化与生长两个部分。骨化有 3 种形式:a. 少数骨骼如颅盖骨和面骨, 约从胚胎第 8 周时开始, 先由间充质细胞形成膜状结缔组织, 并在膜的基础上发育成骨, 称为膜内化骨;b. 大多数骨骼如四肢躯干骨, 先由间充质演变为原始软骨, 再发育成骨, 称为软骨内化骨;c. 锁骨和下颌骨的骨化则是先为膜内化骨, 然后再出现软骨内化骨, 称为混合型化骨。

### 一 膜内化骨

#### 1. 膜的形成和骨化中心出现

在胚胎早期, 由间充质细胞分化成胚胎性结缔组织膜, 并在膜内一个或几个区域内分化演变为成骨细胞, 成骨细胞被包埋在细胞间质中, 称为类骨质(图 1-1)。随着骨盐沉积于类骨质中, 逐渐钙化形成骨化中心, 又称为骨化点或骨核。至此, 成骨细胞变为骨细胞(图 1-2)。

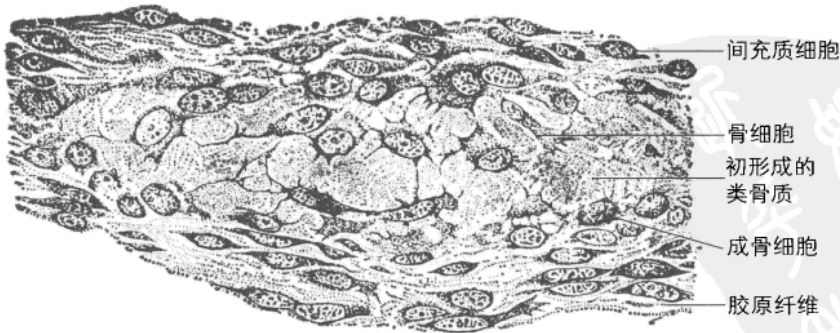


图 1-1 膜内成骨(类骨质将形成)



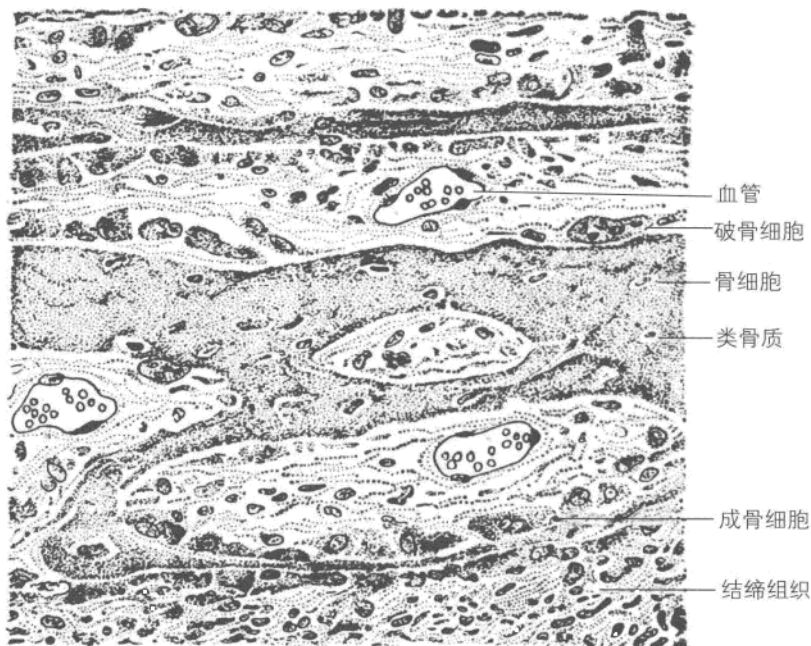


图 1-2 膜内成骨(骨组织已形成)

## 2. 骨的生长和形成

随着骨化中心的扩大,针状骨质逐渐增粗、增多,形成骨小梁,并相互衔接向四周伸展,形成海绵状骨,即松质骨。骨质表面的间充质分化为骨膜。骨膜内成骨细胞在骨膜与原有骨质之间的表面不断增生新的骨质,新生骨逐渐增大、增厚。与此同时,出现的破骨细胞为骨生长发育而进行骨组织的溶解、吸收。例如:颅盖骨就是经过不断的成骨与破骨过程,形成内、外骨板和中间的松质骨,并使外形和曲度不断改变,以适应大脑的发育。

## 二 软骨内化骨

### 1. 软骨雏形形成

胚胎第 5 周左右,首先由间充质分化成形状与未来骨相似的软骨雏形,表面覆有骨膜。

### 2. 原始骨化中心出现

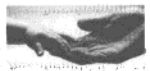
在软骨雏形中部的软骨细胞增生,并在软骨基质内出现钙盐沉积,这个在软骨中首先出现的变化,称为原始骨化中心(又叫第一骨化中心)。与此同时,软骨膜内层以膜内成骨的方式形成一层包绕原始骨化中心的骨质,称为骨环带或骨领。骨领增厚,软骨膜发育成骨外膜。

### 3. 骨干的生长和形成

(1)骨髓腔的形成。在原始骨化中心,通过成骨与破骨的不断重建,逐渐形成原始骨髓腔,腔内逐渐形成并充满血管和由间充质细胞分化来的红骨髓,成为成熟骨髓腔。







(2) 骨干的增粗。骨髓腔在不断扩大的同时,骨膜内层以膜内成骨的方式形成新的骨质,附加在原有骨质的骨环带上,使骨不断增粗。因此,长骨成骨过程中,不仅有软骨内成骨,也有膜内成骨,而长骨的增粗主要依靠膜内化骨。

(3) 骨干的生长。在骨干增粗的同时,原始骨化中心不断向两端成骨使骨增长,出现如下变化(图 1-3):

① 软骨区为软骨雏形两端的软骨,通过软骨膜生成新的软骨细胞,使两端的体积逐渐增大。

② 软骨细胞繁殖区在软骨区的骨干侧,软骨细胞分裂、繁殖,并顺着骨长轴排列成行。

③ 骨基质钙化区在软骨细胞繁殖区骨干侧,软骨基质中开始出现钙盐沉积。软骨细胞失去繁殖能力并退化。

④ 成骨区位于软骨钙化区与骨髓腔之间。软骨细胞发生或死亡。在钙化的软骨基质中,通过成骨与破骨的重建,骨髓腔不断向两端扩展,骨干部成为管状。大约在出生 1 年后开始形成哈佛系统(图 1-4、图 1-5)。

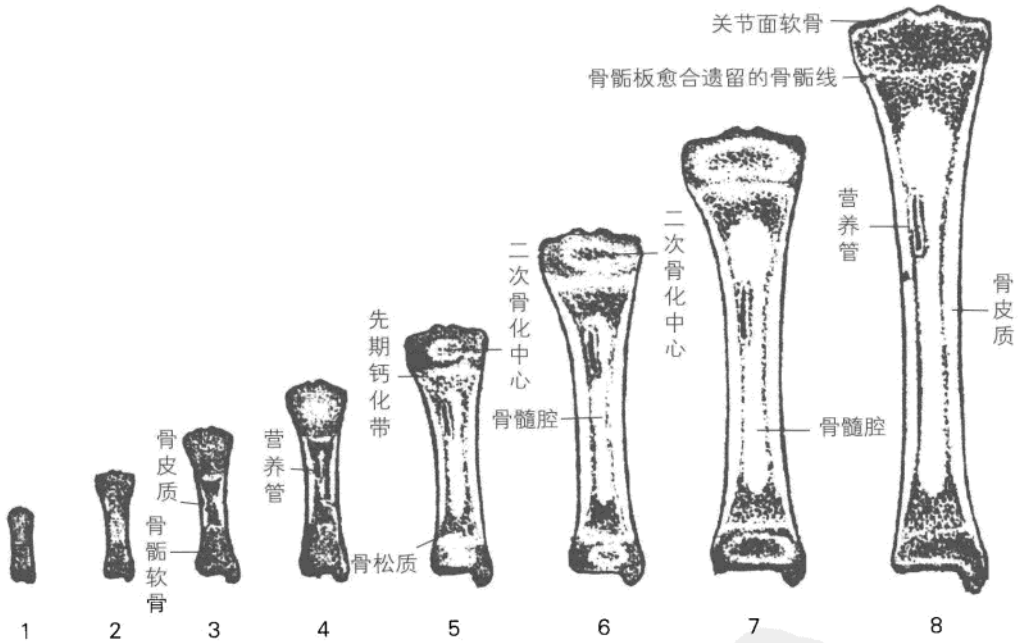


图 1-3 软骨内成骨形成过程

1. 原始软骨基 2. 中央软骨细胞开始增大、增殖 3. 原始骨化中心出现,骨膜下早期骨皮质形成 4. 骨化向骨干两端伸展,中央吸收形成骨髓腔 5. 出生时,二次骨化中心在近端骨骺软骨内出现 6. 出生后 4 个月,二次骨化中心见于两端 7. 幼年期,各组成部分都见长,二次骨化中心增大 8. 成年期,两端骨骺已同骨干完全结合



PDG

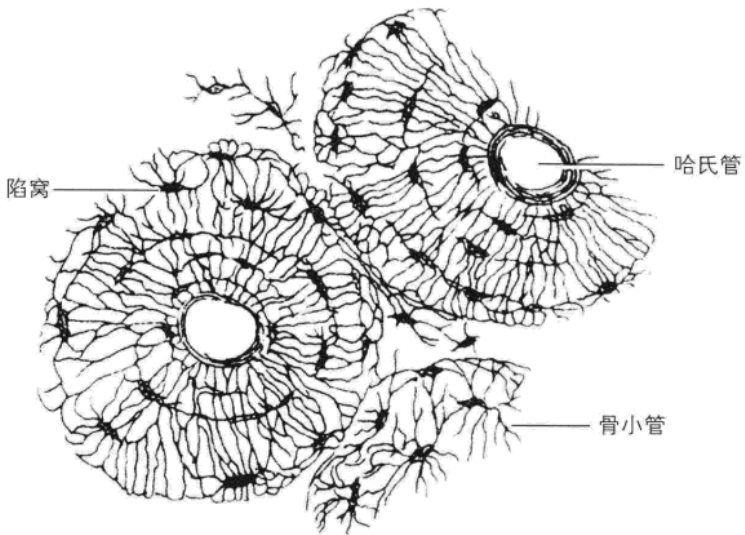


图 1-4 致密骨横断面电子显微镜解剖

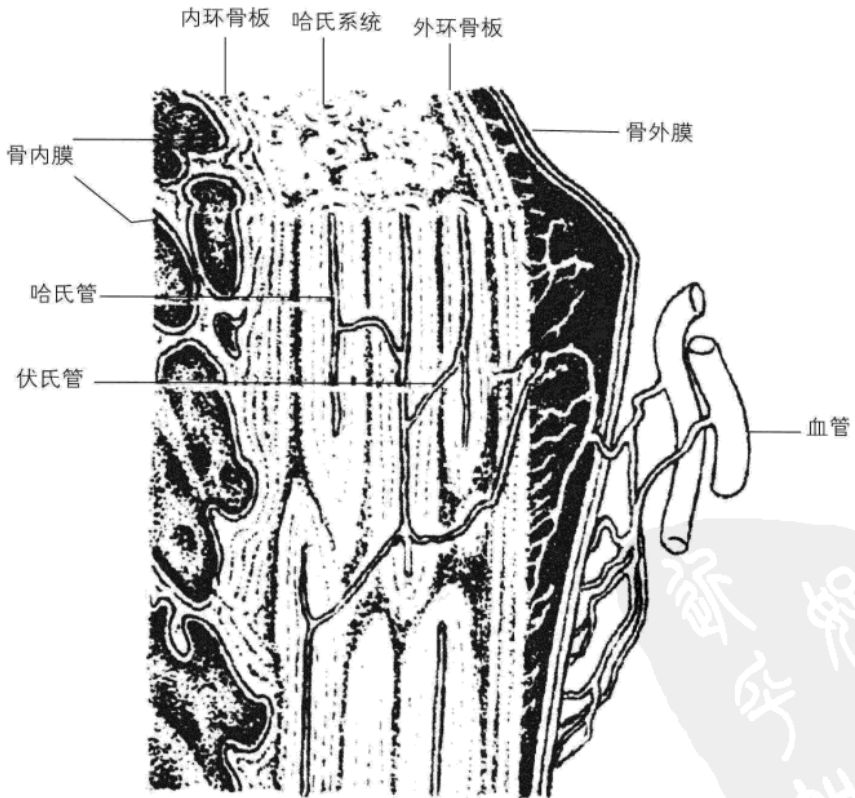


图 1-5 骨质微细构造模式



#### 4. 骨髓的成骨过程

(1) 二次骨化中心出现。出生后的几年间,骨干两端的骺开始出现新的骨化中心,因出现时间较晚,称为二次骨化中心。骺软骨的骨化程序与骨干相似,二次骨化中心向四周发展,不断生成小梁,成为骨松质的骺(图 1-6)。

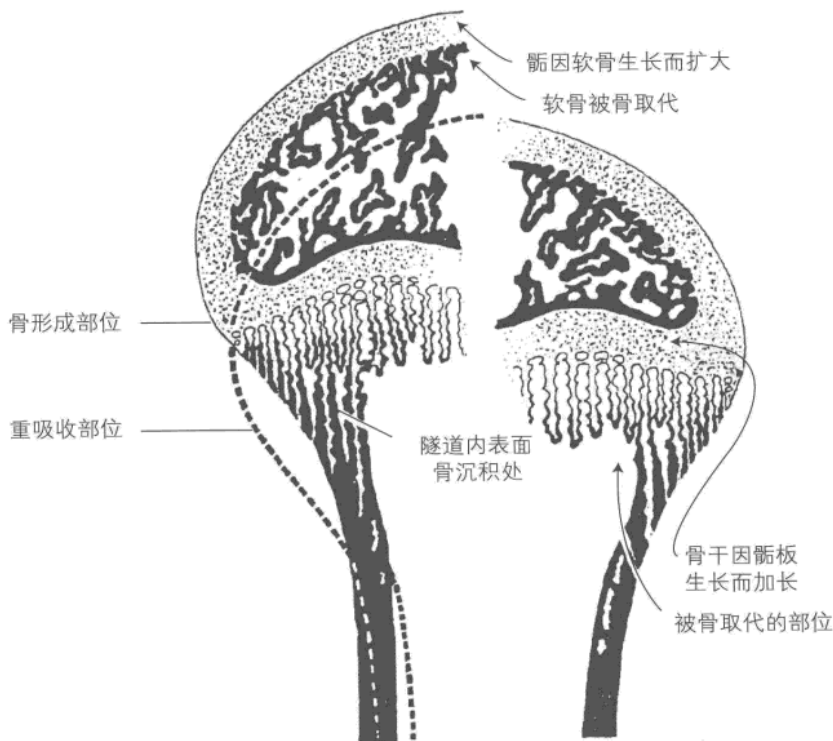


图 1-6 骨髓发育示意

(2) 骺板的形成。在骺与软骨之间保留的一层软骨,称为骺板。在成年以前,骺板的软骨细胞不断增殖,与骨干骨组织的形成保持平衡,使骨不断加长。到青春期末,骺板失去增殖能力,而全部被骨组织代替,长骨因骺板闭合而停止生长。只在靠关节面还保留一薄层软骨,即关节软骨,终身存在。

#### 5. 附加骨化中心

有的骨的一部分游离于肌肉或韧带附着处,形成自己固有的骨化中心,称为附加骨化中心。一般没有对其做严格的划分,仍然将其归属于二次骨化中心范围,不另加区别。其出现时间变动较大,多见于 10 岁以后,形态往往不规则。它的骨化过程与骨髓相似,如髌骨。

### 三 混合型化骨

人体内极少数骨骼如锁骨和下颌骨先为膜内化骨,之后再出现软骨内化骨,表现有两种形式的化骨。

