

高等农业学校教学参考书



家畜組織学与胚胎学

北京农业大学兽医学系家畜解剖学教研组編

人民教育出版社

高等农业学校教学参考书



家畜組織学与胚胎学

北京农业大学兽医学系家畜解剖学教研组編

人民教育出版社

本书为农业部委托北京农业大学兽医学系家畜解剖学教研组编写。

本书是在1952年教学改革以来逐年有所修改的家畜组织学与胚胎学的基础上编写成的。全书力求论点明确，叙述简明，并附有425张清晰的附图。内容包括：绪论、细胞学、胚胎学、普通组织学以及神经系统、感觉器官、循环系统和造血器官、内分泌器官、皮肤及其衍生物、消化系统、呼吸系统和生殖系统的组织学各论。

与本书同时出版的还有“家畜组织学与胚胎学实验指导”一书。

本书可作为高等农业院校畜牧兽医系的教学用书，也可供综合大学与师范学校生物系学生参考。

参加编写本书工作的有，李维恩、史少頤、刘理等同志。

本书编写过程中，承张鹤宇、朱振生、王树信、范国雄、于船、吴学聪诸同志提供宝贵的意见以及李永生同志帮助显微照相，编者在此致谢。

家畜组织学与胚胎学

北京农业大学兽医学系家畜解剖学教研组编

人民教育出版社出版 高等学校教学用书编辑组
北京宣武门内承恩寺7号

(北京市书刊出版业营业许可出字第2号)

民族印刷厂印装

北京科技发行所发行

各地新华书店经售

统一书号13010·755 开本787×1092 印张22 插页26

字数435,000 印数0001—5,000 定价(6) 3.70

1960年10月第1版 1960年10月北京第1次印刷

目 录

第一章 緒論	1
組織学与胚胎学的概念	1
組織学与胚胎学的内容	1
机体的概念	1
組織学与胚胎学和其他生物科学的关系	3
組織学与胚胎学的研究方法	3
組織学与胚胎学的发展簡史	6
第二章 細胞学	11
細胞的概念	11
原生质	12
原生质的化学成分	12
原生质的物理化学特性	14
細胞的构造	15
細胞质	15
細胞膜	16
細胞器	16
錢粒体	16
高尔基体	17
动质	17
中心体	18
原纖維	18
細胞的内含物	20
蛋白质	20
糖元或动物淀粉	20
脂肪	21
分泌顆粒	21
色素	21
細胞核	22
細胞的生活机能	22
新陈代謝	22
感应	23
运动	23
生长	23
繁殖	23
有絲分裂	23
无絲分裂	26
細胞的衰老与死亡	26
非細胞形态的結構	26
第三章 胚胎学	28
生殖細胞的形态学和生理学	28
精子的构造和生理特性	29
卵的构造和生理特性	30
文昌魚卵	31
蛙卵	32

鸡卵	32
哺乳动物的卵	32
生殖細胞的发生	32
精子发生	33
卵子发生	33
受精作用	35
文昌魚、两栖类、鳥类和哺乳动物的比較胚胎学概論	37
文昌魚的胚胎发育	39
受精	39
卵裂	39
原腸胚形成	39
器官发生时期	43
两栖类的胚胎发育	43
受精	43
卵裂	44
原腸胚形成	45
器官发生的时期	47
高等脊椎动物的胚胎发育	49
鳥类的胚胎发育	50
受精	50
卵裂	50
原腸胚形成	50
器官发生时期	52
胎膜的形成和生理作用	56
羊膜和絨毛膜	57
尿囊	58
卵黄囊	58
卵白囊	58
鸡的胚胎发育阶段	58
卵黄心营养的阶段	58
卵黄囊血液循环系統建立和依靠卵黄营养的阶段	59
从蛋白取得营养和从空气中呼吸氧的阶段	59
从气室获得氧进行呼吸的阶段	59
孵出阶段	59
哺乳动物的胚胎发育	60
受精	60
卵裂	60
原腸胚形成	63
各个系統的形成	66
神經系統	66
消化系統和呼吸系統	66
中胚层分化形成的組織和器官原基	68
胎膜的形成及其生理作用	70
羊膜和絨毛膜	70
卵黄囊和尿囊	70
哺乳动物的胚胎在子宮内发育的阶段	72
胚胎时期	72
胎儿前期	72
胎儿时期	73
第四章 普通組織学	74
組織的概念	74

上皮組織	74
上皮組織的機能意義和一般特征	74
上皮組織的分類	75
皮膚型上皮	78
復層未角化上皮	78
復層角化上皮	78
假復層柱狀纖毛上皮	79
變移上皮	79
腸型上皮	79
腎型上皮	81
體腔型上皮	81
腺上皮	81
腺的分類	81
單細胞腺	82
多細胞腺	82
外分泌腺	82
內分泌腺	83
腺細胞分泌的方式	83
結締組織	84
結締組織的一般特征	84
間充質	84
血液	84
血漿	84
血液有形成分	85
紅血球	85
白血球	86
血小板	88
淋巴	90
网状組織	90
疏松結締組織	91
無定形基質	91
膠原纖維	91
彈性纖維	92
細胞成分	92
成纖維細胞	93
組織細胞	94
內皮	95
少分化細胞	95
脂肪細胞	95
肥大細胞	95
漿細胞	96
疏松結締組織的發生	96
疏松結締組織和血液的統一性	97
致密結締組織	97
皮膚型致密結締組織	97
腱型致密結締組織	97
彈性組織	97
脂肪組織	99
軟骨組織	99
透明軟骨	99
彈性軟骨	100

纖維軟骨	100
軟骨的发生	101
骨組織	101
骨組織的构造	101
骨的发生	104
膜內骨化	104
軟骨內骨化	105
肌組織	106
平滑肌的构造	107
平滑肌发生	108
骨骼肌的构造	109
骨骼肌的发生和再生	111
心肌	111
神經組織	112
神經元	113
神經纖維	115
神經元学說	118
神經末梢	118
感受器	118
游离神經末梢	118
囊包小体	118
触覺小体	120
肌梭和腱梭	120
效应器	120
神經胶质	122
大神經胶质	124
室管膜	124
星形神經胶质	124
少突神經胶质	124
神經組織的发生和再生	124
第五章 神經系統	128
神經系統的发生	129
脊髓的形态发生	129
腦的形态发生	130
中樞神經系統	131
脊髓膜和腦膜	131
脊髓	132
腦	136
延髓	136
小腦	138
大腦半球	139
外周神經系統	142
脊神經节	142
外周神經	142
植物性神經系統	144
交感神經系統	145
副交感神經系統	146
植物性神經节	147
植物性神經干和神經丛	148
第六章 感覺器官	149

视觉器官	148
眼的发生	150
眼球	151
内层 (视网膜)	151
中层 (血管层)	153
脉络膜	153
睫状体	154
虹膜	155
外层	155
角膜	155
巩膜	155
眼球的折光体	155
眼球的血管和神经	156
眼球的附属器官	157
眼睑	157
瞬膜	157
泪器	158
听觉器官	158
耳的发生	159
耳的构造	160
外耳	160
中耳	160
内耳	160
耳蜗	160
前庭阶和鼓阶	161
耳蜗管	161
螺旋器	162
椭圆囊和球囊	164
半规管	165
鸡的感觉器官	165
第七章 循环系统和造血器官	168
血管系统	168
血管系统的发生	168
毛细血管	169
管状隙	171
动脉	171
小动脉	171
中动脉	171
大动脉	172
动脉的年龄变化	173
静脉	174
小静脉	174
中静脉	174
大静脉	174
瓣膜	174
动静脉吻合	175
血管、淋巴管、神经在血管的分布	175
心脏	175
心脏的发生	175
心脏的构造	176

心脏的傳导系統	178
心脏的血管、淋巴管 and 神經的分布	178
淋巴系統	179
淋巴系統的发生	179
淋巴系統的构造	180
毛细淋巴管	180
小淋巴管	180
中淋巴管	180
大淋巴管	180
淋巴管的神經分布	180
造血器官	181
淋巴器官	181
淋巴小結	181
淋巴結	181
淋巴結的构造	182
淋巴結的血管和神經分布	186
淋巴結的机能	186
血淋巴結	187
脾脏	187
脾脏的构造	187
脾脏的血管、淋巴管 and 神經分布	189
脾脏的机能	191
脾脏的发生	191
骨髓	191
基质	191
未成熟的細胞成分	192
成血細胞	192
成紅血細胞	192
髓細胞	192
造血学說	193
鸡的造血器官	195
第八章 內分泌器官	197
垂体	197
垂体的发生	198
垂体的构造和机能	198
远側部	198
中間部	200
結节部	200
神經部	200
垂体的血管和神經分布	201
腎上腺	203
腎上腺的发生	203
腎上腺的构造和机能	203
腎上腺的血管、淋巴管 and 神經分布	205
囊发生类腺体	206
甲状腺	206
甲状腺的构造	206
甲状腺的机能	207
甲状腺的血管、淋巴管 and 神經分布	208
甲状旁腺	208
甲状旁腺的构造和机能	209

甲状腺的血管和神经分布	209
胸腺	209
胸腺的构造和机能	210
胸腺的血管、淋巴管和神经分布	211
松果体	211
鸡的内分泌器官	212
第九章 皮肤及其衍生物	215
皮肤的发生	215
皮肤的构造	216
皮肤的血管、淋巴管和神经分布	218
皮肤衍生物	218
毛	218
毛的发生	218
毛的构造	220
换毛	222
毛的血管及神经分布	222
皮脂腺	222
汗腺	223
其他皮肤腺	225
蹄	225
马蹄	226
蹄表皮	226
蹄真皮和皮下组织	227
趾枕	228
蹄的神经分布	228
反鸟类和猪的蹄	228
爪	228
角	229
乳腺	229
乳腺的发生	229
乳腺的构造	231
乳腺的血管、淋巴管和神经分布	233
鸡的皮肤及其衍生物	233
第十章 消化系统	235
消化管的发生	235
消化管的一般构造	236
口腔	237
唇	237
颊	239
腭	239
硬腭	239
软腭	239
牙龈	239
舌	239
舌的发生	239
舌的构造	239
舌的血管、淋巴管和神经分布	244
牙	245
牙的发生	245
牙的构造	246

唾液腺	249
腮腺	249
颌下腺	250
舌下腺	250
唾液腺的血管、淋巴管和神经分布	251
咽	253
食管	253
胃	254
胃的发生	254
单室胃的构造	255
胃壁的构造	255
胃腺的构造	258
胃底腺	258
幽门腺	258
幽门腺	258
胃的血管、淋巴管和神经分布	259
多室胃的构造	260
瘤胃	260
网胃	260
食管沟壁	261
瓣胃	261
皱胃	262
前胃的血管、淋巴管和神经分布	262
肠	263
肠管的发生	263
肠的构造	264
小肠	264
大肠	269
肠的血管、淋巴管和神经分布	270
腹膜	271
肝脏	273
肝脏的机能	274
肝脏的发生	274
肝脏的构造	274
肝脏的血液循环	278
肝脏的淋巴管	278
肝脏的神经分布	278
肝脏的再生	280
胆管系统和胆囊	280
胆管系统	280
胆囊	280
胰腺	281
胰腺的发生	281
胰腺的构造	281
鸡的消化系统	283
第十一章 呼吸系统	287
呼吸系统的发生	287
鼻腔	288
喉	289
气管和主支气管	290

肺	291
导管部分	291
呼吸部分	293
肺的血管、淋巴管和神经分布	294
鸡的呼吸系统	296
第十二章 泌尿系统	298
泌尿系统的发生	298
肾脏的一般构造	300
肾小管的构造和机能	305
肾脏的血管、淋巴管和神经分布	307
排尿道	308
肾盂和肾盏	308
输尿管	308
膀胱	308
雄性尿道	309
雌性尿道	310
鸡的泌尿系统	311
第十三章 生殖系统	312
生殖器官的发生	312
无性时期的生殖腺	312
睾丸的分化	312
卵巢的分化	312
生殖管的发生	313
中肾管的变化	313
米勒氏管的变化	315
雄性生殖器官	315
睾丸	315
睾丸的构造	315
睾丸的机能	317
睾丸的血管和神经分布	317
排泄管	318
附睾	318
输精管	319
副性腺	320
精囊	320
前列腺	321
尿道球腺	322
阴茎	322
雌性生殖器官	324
卵巢	324
卵巢的构造	324
卵巢的血管和神经分布	329
卵巢的内分泌与性周期中生殖器官变化的关系	330
输卵管	331
子宫	331
胎盘	334
散布胎盘(上皮绒毛膜胎盘)	334
绒毛叶胎盘(结缔绒毛膜胎盘)	336
环状胎盘(内皮绒毛膜胎盘)	337
盘状胎盘(血绒毛膜胎盘)	337

胎盘的生理作用	337
阴道和阴道前庭	337
阴蒂	339
阴唇	339
鸡的生殖系统	339

第一章 緒 論

組織学与胚胎学的概念

組織学与胚胎学的内容 組織学是研究机体的微細结构的一門科学。机体的微細结构是肉眼看不到的,必須用显微鏡的帮助来进行研究,故又称为显微解剖学。

研究組織时,必然看到組織中的各种細胞成分和細胞的产物,如細胞間质,以及非細胞形态结构,如共质体、合胞体等。因此,組織学又包括細胞学;細胞学是研究細胞的形态、结构和生活机能的科学。

机体內具有各种不同的組織。每种組織是由形态相同和机能相同的細胞組成。研究机体內的各种組織,叫做普通組織学。根据机能不同,机体內包括四种基本組織,如上皮組織(边界組織)、結締組織(內环境組織)、肌組織和神經組織。

从上述四种基本組織构成机体各个器官和系統。研究各个器官的微細结构叫做器官組織学或組織学各論。

胚胎学是研究胚胎发育的科学。胚胎发育包括生殖細胞的发生、卵的受精、卵裂、三个胚层的形成、組織和器官的发生等过程,至胎儿出生为止。胚胎学仅是个体发育早期的一部分。个体发育包括机体发育的全部过程,即从受精卵开始,經過胚胎发育,成年发育,以至衰老和死亡。

因此,組織学与胚胎学的内容包括四部分,即細胞学、胚胎学、普通組織学,和組織学各論。

机体的概念 机体起源于精子与卵子的接合。卵在受精后即进行卵裂,形成一个球状体,叫做囊胚。哺乳类的囊胚称胚泡。胚泡的外层为滋养层。滋养层将来形成絨毛膜上皮,与吸收母体的营养有关,胞泡的中央为胚泡腔,含有液体。胚泡內的頂部有一团細胞,叫做胚結。由胚結形成三个胚层,即外胚层、中胚层和內胚层。从这三个胚层形成机体所有的組織、器官和系統。具有这些組織和器官的机体与外界环境互相作用下是不断在变化和发展,在成年时产生它的后代,最后达到衰老而死亡。从受精卵开始至机体的死亡这个全部发育过程叫做个体发育。

个体发育和系統发育有密切的联系。个体发育是种的历史的发展,也就是說,机体继承过去种的历史发展所获得的一切特性,并在自己的发育过程中获得新的发展。个体发育和系統发育构成整个机体进化的途徑。这个途徑不是直綫上升,而是螺旋上升的。个体发育仅是其中的一环。

机体之所以能够继承过去种的特性,而又能产生新的后代,是因为它能适应于周圍环境条件的变化而能生存下来。外界环境是不断地在变化的,机体对外界变化逐渐适应,这意味着机体的某些结构发生变化。机体的变化反过来又对外界环境加以影响。在和外界环境互相作用中,机体是以統一的整体而出現的。它的身体的各个部分,在神經系統的主导下达到互相協調,因而机体在自然环境中能保持均衡状态,从而实现和外界环境的統一。

在适应于外界环境的过程中,机体的各种組織和器官执行它們固有的机能。这些組織和器官的結構是与它們的机能相适应的。在胚胎发育中,結構是先形成的,机能发生較晚。例如,生殖系統在成年时期才能执行它們的机能。机体出生后,由于环境改变的結果,机能逐渐加强。机能的加强反过来又影响到結構的形态的改变。因此,結構的形态和机能是互相影响,互相制約的。結構和形态是統一的。

机体的生存和它与外界环境的統一决定于它的各种生活机能。如新陳代謝、生长、繁殖、激应和运动。这些生活机能是由机体各个器官和系統来完成的。新陳代謝是一切生物主要特性的基础,它的基本特点是机体和周圍环境之間的物质交換。新陳代謝包括同化作用和異化作用。前者是指物质的进入、消化、吸收和合成,后者是指物质的分解、釋放热能和排泄。机体的新陳代謝是通过一系列的机能,如消化、呼吸、血液和淋巴循环、排泄和激应等来完成的。完成这些机能的局部結構叫做系統,如消化系統、呼吸系統、循环系統、排泄系統和神經系統等。生长、繁殖、激应和运动等机能也需要复合的系統或相应的系統来完成。

每个系統是由一系列不同結構和机能的器官組成。例如,消化系統包括口腔、食管、胃、小腸、大腸、肝、胰等。这些器官結合在一起来完成共同的机能,即消化机能。这些器官的結構和机能是不一样的,它們分工合作,如口腔的牙齿把食物嚼碎、唾液把食物湿润并形成团块、食管把食物团块送进胃內。在胃中食物得到初步分解而进入小腸。小腸在肝、胰分泌的协助下将食物完全分解和吸收。

每个器官內各种組織的性质、发育、机能、构造和相互关系等各有它自己的特征。这种特征能够反映出該器官活动的特殊性。例如,食管和小腸,两者都具有共同的消化机能而結合在同一个系統內,但是在組織的結構上和机能上却又有差別。食管将食物团块导入胃內,它的組織結構是完全与它的机能相适应的。例如,食管的粘膜表面是复盖着一厚层角化复层的皮肤型上皮,以抵抗食物摩擦。粘膜內有分泌粘液的腺体,可使粘膜湿润,以便利食物滑过。粘膜肌使粘膜有伸縮性。食管的肌层大部分是收縮力强大的橫紋肌,使食物团块迅速通过食管。

小腸的粘膜表面是复盖以单层柱状的腸型上皮。腸型上皮的特点是它的游离端有紋狀緣。这种結構是适应于吸收已消化的物质。腸上皮中还有分泌粘液的杯状細胞,使小腸湿润,食物容易滑过;腸腺分泌消化液,将食物分解为較简单而可以吸收的物质。此外,粘膜还形成許多腸絨毛以增加消化和吸收面积,粘膜內有丰富的血管和淋巴管,将营养物质輸送至各部。小腸的肌层是由平滑肌組成,其收縮可使小腸蠕動并使食物緩慢地通过小腸。

因此,器官是由各种具有不同結構和不同机能的組織构成。这些不同組織結合成为一个体系来完成共同的机能。这种共同的机能就是器官的主要活动。

組織是由形态相同和机能相同的細胞和非細胞生活物质組成的。根据它們的固有机能,可以将組織分为四种:上皮組織、結締組織、肌組織和神經組織。

机体所有的系統、器官和組織都是在种的历史发展过程中由于适应环境而不断完善化的結構。这些結構的活动在神經系統的主导下和体液系統的影响下,是非常協調的,使机体成为一个完整的統一体。

組織学与胚胎学和其他生物科学的关系 科学是研究物质的不同运动形式,因此,任何一門科学仅是研究物质运动的一方面。生物学是研究生命的科学。生命是物质运动的特殊形态。但不要忘记,每种生物学现象实际上是多面性的。为了正确地認識某一种现象,必需进行多方面的分析。

組織学与胚胎学仅是生物科学的一个分支,仅是从一方面来研究机体。为了全面理解机体,我們也要从其他方面来研究机体,如从解剖学、生理学、生物化学、病理解剖学、病理生理学等。这就是为什么同学們在大学里要念許多課程,其主要目的是为培养同学的分析問題时不是从一个方面出发,而是从多方面出发来認識机体。

解剖学是研究器官的形态机能及其发生发展的科学,它帮助我們了解机体各个器官的位置、形状、大小、顏色、硬度等。这門課是給生理学、病理学和外科学打基础。但我們不能滿足于知道器官形态机能和位置,我們还要进一步探索器官的形态形成过程并企图控制胚胎发育过程。这个任务是由組織学与胚胎学来完成的。

如果解剖学家或組織学家在研究机体的結構时单談形态而不联系机能,就将不可避免地陷入形而上学的泥坑,而永远不会了解机体結構发育的原因及其活动規律;相反的,如果生理学家只追求器官和組織的机能,而忽略保証执行机能的內在結構,对生活机体的概念必然是片面的。

形态学家和生理学家又必須經常地求助于生物化学来闡明有关形态和机能的机制問題。因此,上述的科学以及其他的生物科学是兽医教育的理論基础,为帮助同学分析疾病的本质,并使他們在医疗工作上能够發揮主觀能动性和預見性。

这些科学不但在医疗上而且与畜牧业方面也有着密切的联系。例如它們对家畜的飼养管理、經濟利用和新品种的創造等均起着很大的作用。

組織学与胚胎学的研究方法 研究組織学与胚胎学的方法很多,随着近代物理学和化学的发展,也日新月异。最理想的組織学研究方法是能够在动物生活的情况下来进行研究,但这是有困难的。有时必須将动物处死。总之,在可能的条件下应该尽量应用活的材料或用活材料的观察作为对照;不可能时就用死的,但应该把死的材料保存得越接近活的情况越好。

固定切片方法,是組織学胚胎学研究中的一个經常运用的經典的方法。因为光綫不能透过头一块厚的組織,我們就看不到其中的結構。即或是將組織切成薄片后,由于各部的屈光指数大致相同,所以也不能区别組織器官内部的各种細微結構。因此,必需將切片染色,才能分辨出来。固定切片方法包括石腊切片、火棉胶切片、冰冻切片等。下面仅簡要叙述石腊切片的各个步骤:

(1) **采集材料** 动物死后立即將組織取下来,或在手术过程中將組織取下来。取組織时应该用銳利的剪或刀。組織块不要太大,約数个毫米厚。

(2) **固定** 取下的材料立刻要用固定剂固定,固定是为了保存組織原有的形态結構。固定剂的种类很多,其基本組成成分有酒精、福尔馬林、昇汞、重鉻酸鉀、醋酸、苦味酸、鐵酸等。固定剂起着四个作用:1)防止組織发生死后变化;2)使組織变硬,便于切成薄片;3)起杀菌作用,防止組織腐敗。

(3) **冲洗** 冲洗是把留在組織內多余的固定剂洗出来。一般水固定剂是用水来冲洗,但也

要看所用的固定剂来决定。

(4) **脱水** 脱水是用各种濃度的酒精(从 30%—99.5%)逐步将組織中的水分吸收出来,以石磱渗透的第一步。

(5) **透明** 因为酒精与石磱不相混合,必須用透明剂把組織內的酒精置換出来,石磱才能渗透进去。这是准备石磱渗透的第二步。透明剂有二甲苯、甲苯、氯仿、苯、香柏油等。

(6) **包埋** 将透明的組織浸漬在温度不超过 60°C 的溶蜡三次。最后用石磱将組織包埋。

(7) **切片** 用手搖切片机作 3—10 微米厚的切片。

(8) **粘片** 用蛋清甘油混合液将組織切片粘在載片上。

(9) **染色** 組織切片必須經過染色才能用显微鏡将結構区别出来。因为在不染色的切片上,組織的不同成分之間的屈光指数差別很小。染料对組織的作用可能是吸附作用或化合作用。染料分酸性染料与礆性染料。实际上,酸性和礆性染料并不是說染料本身是酸性的或是礆性的。染料本身是中性的,它們是中性盐,含有酸基和礆基。如果染色是与中性盐的酸基有关,这种染料就是酸性染料;如果与礆基有关,則是礆性染料。最普通的酸性染料是伊紅,被伊紅染色的物质叫做嗜酸性或嗜伊紅物质;苏木精是礆性染料,被苏木精染色的物质叫做嗜礆性物质。胞质通常是嗜酸性的,但也可以是嗜礆性的;胞核通常是礆性的。这說明嗜酸性物质本身是礆性的,而嗜礆性物质本身是酸性的。

10. **封固** 切片經過脫水和透明后,用中性树脂封固。

組織化学和細胞化学的方法 这种方法是应用生物化学定性定量以及原位分析的方法研究細胞、組織內所含的各种化学成分。当然在切片上进行化学分析比用試管和燒瓶来做分析要困难得多。虽然如此,近年来运用組織化学和細胞化学方法已做了許多研究工作,积累了大量的材料,对于解釋各种复杂的生命現象提供了丰富的事实。运用这些方法可以測定細胞和組織中的无机化合物、有机化合物和酶等。

組織化学和細胞化学也应用其他方法找出組織或細胞中所含各种化学成分。例如,显微燒灰法,用酒精或福尔馬林固定的材料做成切片,将切片粘在載片上,置于电炉中,温度逐漸增加至 300—600°C,切片所有的有机物燒掉,只有矿物质如鈣、鎂、鉄、鋁、矽等遺留下来,鉀和鈉已經蒸发。利用这种方法处理的切片来分析观察組織細胞的化学成分。

另一方法是放射性同位素照相法。这是利用同位素 P^{32} 、 C^{14} 、 S^{35} 和 I^{131} 等組成的化合物給动物注射或服用之后,經過适当時間,将組織或器官取出,固定、做成切片。用照像乳胶鋪在切片上,包以黑紙,經過一定時間,显影后,有放射性同位素的地方像普通照相曝光一样变黑。利用这种方法解决了很多以前不能解决的問題。例如,甲状腺內碘的代謝和骨骼的鈣化等等。

此外,用每分钟旋轉几万次的超速离心机将研碎的細胞各部分离出来,并加以生物化学分析。这种方法也提供了許多有价值的材料。

組織培养 从活体取下小块組織,移至含有营养液的玻璃器皿中,以观察活組織或細胞的形态結構和发生发展。在培养中,細胞寿命长短不同。环境条件較好,細胞可以永远生存下去。組織培养需要的条件是:1)严格消毒;取下来的組織块的抵抗力比在体内較弱。細菌一旦侵入,就