



农畜皮肤组织学构造

〔苏〕 A. A. 布拉乌

吴惠勇 译 肖佩衡 翟旭九 校

8954.6
1894

农畜皮肤组织学构造

〔苏〕 A. A. 布拉乌

吴惠勇 译

肖佩衡 瞿旭九 校

农业出版社

内 容 介 绍

书中介绍了主要农畜——牛、马、猪、绵羊、山羊和北方驯鹿皮肤的组织学构造方面的文献资料，以及作者及其同事们研究的结果。特别注意皮肤结构的局部特性和受皮肤组织学构造所决定的皮革商品特性；提出了关于哺乳动物皮肤构造的概念。描述了被毛和皮腺（脂腺和汗腺）的组织学构造和机能意义，以及在皮革生产过程中皮革的微细结构变化。特别注意皮肤本身的胚胎发生和皮肤在外伤后的再生时的恢复过程。

该书对畜牧工作者、兽医工作者、皮革工业工作者、大学生和各方面的生物学者有参考价值。

书评者：塔吉克苏维埃社会主义共和国
科学院院士 M. H. 纳尔齐
库洛夫

译者序

皮革工业是畜产品深加工的一个方面，与畜牧业的发展紧密联系着。近十几年来，皮革产品在数量、质量和花色品种方面发展很快，但是随着人民生活水平的不断提高，远远满足不了人民的需求。另一方面，我国的皮革工业与国外相比，在制革技术和工艺方面尚有很大差距。因此，需要吸取国外先进的制革科学技术和研究成果，以加快我国皮革工业的发展步伐和满足人民生活的需要。本书从皮革工业更好地利用农畜皮革资源出发，比较系统地介绍了各种农畜的皮肤组织学构造特点，并提出了各种农畜生皮合理的剥取方法和利用。作者通过自己的研究，提出了真皮网状层特有结构在胚胎期的发育和皮肤再生时这些特有结构恢复的观点。这些将对我国畜牧、兽医和从事皮革生产和研究的同志，以及生物学者都有一定参考价值。

由于译者水平有限，时间短促，在译文中错误和不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

吴惠勇

1986.10.10

前 言

该书是由我国组织学家、精通人和动物皮肤微细结构的杰出学者编写的。1930年，作者当时是一位刚开始工作的青年学者，在基辅召开的全苏动物学家、组织学家和解剖学家代表会上作了关于“皮革工业所需要的皮肤局部组织学的研究试验”报告。这决定了作者以后在上述方面从事多年的研究。书中相当大的部分是作者本人及其同事们的研究成果。

作为由 A. A. Заварзин 院士创建的进化-组织学主要学派代表之一的 A. A. Браун 教授，他不局限于仅对作为生物学客体和皮革生产对象的农畜皮肤的描述，而且还对皮肤组织学研究的总结作了科学理论性的阐明。

在30年期间，A. A. Браун 教授是塔吉克畜牧科学研究所科学常务顾问，并领导我所形态学的研究。

我们相信这本附有众多插图，详细叙述牛、马、猪、绵羊、山羊和北方驯鹿皮肤微细结构（这种结构决定着作为皮革工业原料的生皮特性）的书，将对畜牧、兽医、皮革工业工作者，以及对生物学者、生物和农业院校的大学生肯定会带来益处。

塔吉克畜牧科学研究所所长、农业
科学博士 С. И. Фарсыхаров 教授

目 录

前言

1. 哺乳动物皮肤构造的基本概念.....	1
2. 毛和皮腺.....	10
3. 在制革生产过程中皮肤结构的变化.....	14
4. 牛皮及其商品特性.....	17
5. 马皮及其商品特性.....	26
6. 作为制革原料的驴和骆驼的皮.....	34
7. 猪皮及其商品特性.....	34
8. 绵羊皮及其商品特性.....	37
9. 山羊皮及其商品特性.....	42
10. 北方驯鹿皮及其商品特性	43
11. 在胚胎发生过程中真皮网状层特有结构的发育及其在皮 肤再生时的恢复	50
12. 总结对比	58

哺乳动物皮肤构造的基本概念

谈到皮肤，可从两种观点——生物学和工艺学观点来研究。皮肤作为生物学的客体，是人和动物身体外层的覆盖物。从工艺角度看，皮肤是制革工业的原料。通过制革工厂的加工，动物的皮肤被制成了皮革，成为商品。然后这种皮革有不同的用途，它取决于皮革原料的种类和加工生产的特点，即缝制轻便的和厚实的皮鞋、服装、手套，制作鞍具和服饰用品，以及用于各种工艺需要。

皮肤是身体外部的覆盖层，执行着许多机能，其中首要的和基本的是将机体内环境及其所有其他器官和它所处的外界环境分开，并对机体起保护作用。同时，皮肤本身是一个器官，它和外界接触，通过皮肤从外部进入机体各种信号、刺激。换句话说，皮肤是一种感觉器官，即在皮肤内集中大量触觉感受器和接受温度刺激的感受器。此外，人和哺乳动物的皮肤执行着调节体温的重要作用，即保持身体恒温。最后，皮肤参与新陈代谢，其中可作为有机体必需物质的仓库，首先是水和脂类的仓库。皮肤参与新陈代谢的作用非常大，如果从正常作用的皮肤面积中取掉 $1/3$ 以上时，就将导致机体死亡。

皮肤通过各种不同方面实现其保护机能。皮肤防御机体受各种机械的作用和许多物理因素（低温或高温、紫外线）的有害影响，防止微生物的侵入。陆地动物的皮肤，像甲壳，具有特别重要的作用，它使机体免遭干枯。在完成这些机能时，皮肤的表皮组织，以及皮肤的许多衍生物，如腺体和毛起到最重要的作用。皮肤的衍生物，如蹄和角的保护作用是众所周知的。

所有脊椎动物的皮肤，包括哺乳动物在内由两部分组成：1.

上皮性质的薄的表层，称“表皮”或角质层和2.由结缔组织组成的，很发达的，位于深层的“真皮”（见图1）*。

皮肤与位于其下发达程度不同的皮下层活动地联系着。后者称为“皮下组织”，或称“皮下蜂窝组织”。皮下组织基本上由疏松的结缔组织组成。在该组织中可含有很厚的脂肪细胞层。猪的皮下脂肪蜂窝组织非常发达（图2）。猪的背膘基本上由它组成。位于骨头上部，较少活动的皮肤部位，皮下层含有胶原纤维束，它把皮肤与骨膜牢固地联系起来。

皮下组织还可能含有“皮肤”——横纹肌纤维层，后者能使部分皮肤抽动，从而驱赶叮在皮肤上的昆虫。沿着背中线的皮肤层最发达，并从这里逐渐向体侧和尾部伸展。从动物身上剥皮时，经常把具有皮下脂肪蜂窝组织特点的皮下层和皮一起剥下。在制革生产中，皮下层称为“皮板”。

作为制革工业原料的农畜皮张中，真皮厚度约占整个厚度的85%，正是由于把真皮加工成商品皮革，所以还把它称为固有皮肤。因为动物种类的不同，表皮在皮肤的厚度中可占0.5—4.0%，其余的是皮板。

上皮——“边缘组织”，将动物体直接与外界分开的表皮也属上皮组织之一，与其这一主要作用相适应，上皮是一具有明显形态机能的坚密细胞层。在任何边缘组织里，面向机体内部环境层的一边，在其本身结构和机能作用方面区别于与它相反的一边，这不仅涉及到细胞层的整体，而且也涉及其他组成成分，基底部分和顶端部分的结构是不同的。边缘组织，上皮细胞层在其本身结构上有很大区别，这取决于其所执行的具体机能，在哺乳动物机体里，历史地形成了不同类型的上皮，其中包括主要起保护机能的皮肤类型的上皮。

上皮层中的细胞（上皮细胞）是它们唯一的结构成分（图3 A、B）。细胞间隙很不发达，其间充满组织淋巴，后者给细胞运

* 本译本删去了原书上的部分插图——编者注。

送营养物质，并带走细胞生命活动产物。上皮内无血管，其营养直接靠组织液、组织淋巴供给。组织淋巴是下面的结缔组织渗透过来的，下面的结缔组织是各种上皮组织的生理铺垫物。

位于上皮与结缔组织之间的分界处有一薄膜——基膜（见图3A、B），是上皮和下层结缔组织紧密相互联系的形态学表现，上皮及其结缔组织的生理铺垫物均参与基膜的形成。

表皮（“皮肤上皮”）的特点，是从表面开始角质化。按形态特征它属于复层扁平上皮，因为在这一层边缘组织里，细胞呈多层分布，其表层细胞具有扁平的角质化鳞片形状，在细胞层数较少的情况下，表皮区分为两个主要层——生发层和角质层（图3A）。生发层的所有细胞是活的，而角质层则全是死细胞。角质层由化学上非常稳定的蛋白质物质“角朊”所组成。在生活过程中，位于最表层的角质细胞不断脱落，而为深层的其他细胞所取代。死亡细胞由新的细胞取代是细胞的更新，称为组织的“生理再生作用”。在一般条件下，仅在基层细胞发生母细胞的分裂并形成新细胞（图3B）。对整个表皮层来讲，基层细胞是“生殖”层（萌芽层），一部分子细胞占有表皮基层母细胞的位置，另一部分子细胞被挤向外面，先过渡到基层上面的位置，而后进一步被推向表面。这样，所有上面一层的细胞是基层细胞的后代，但在表皮受到增生刺激时，生发层的所有细胞均表现出有丝分裂的能力。借助示踪原子组织放射照像术方法研究确定，只需2—3周时间表皮层的细胞即可全部更新，表皮生理再生和表面角质鳞片更新的过程如此迅速，从而保证了不断清除粘附于皮肤表面的所有异类成分。

在表皮较厚的情况下，生发层和角质层之间尚可见一“颗粒”层（图3B），颗粒层细胞含有透明角蛋白颗粒——角质化过程的标志。在颗粒细胞里还保存细胞核，但细胞核已明显固缩了。

在表皮生长层里，除了直接在基膜上的基层外，还划分出棘状细胞层，它是由1—2层，而且经常由几层或甚至许多层细胞组

成。这层细胞之间在光学显微镜下能很好见到细胞间桥。当人工将该层细胞彼此分离时，被扯断的细胞间桥使细胞具有棒形，该层即由此得名。因此在较详细研究时，在较厚的表皮中能找到四层：基层、棘状细胞、颗粒层和角质层。以下进行详细说明。

(1) “基层”是一层带有细胞核的棱柱形细胞，呈栅状垂直排列于基膜上，在电子显微镜下发现，在其细胞质内有大量非常细的线（直径7nm）所形成的束——张力原纤维（支撑纤维），这些束在光学显微镜下已能见到，基底细胞固定在基膜上，这些细胞向基膜伸出指状突起，在与基膜接触的位置上，基底细胞的突起构成半桥粒体——质膜浓缩部分。基层相邻的细胞通过相互渗透的突起和桥粒相互连结。这里的细胞间隙宽约10nm。

(2) “棘状细胞”层一般由3—6层多边形细胞组成，这层细胞向外逐渐变扁。在这层里，邻接细胞的质膜形成特别深的相互渗透的凹陷和突起，在这些突起里分布着桥粒。在光学显微镜下它们呈细胞间桥状。张力原纤维的数量增加。它们在细胞核周围形成同一中心的浓缩物，并伸入到桥粒内。

(3) “颗粒层”大多数由边缘整齐的1—2层扁平细胞组成，但在较厚的表皮里颗粒层的层数可达5—7层，在扁平细胞上出现形状不规则的透明角蛋白颗粒，表现为电子密度大的物质，沉积于浓缩物中。带有张力原纤维的透明角蛋白综合体是角蛋白纤维的前体。

(4) “角质”层正如我们已经指出的那样，是由完全角质化的无核的细胞组成，受到强烈机械作用的皮肤部位，特别是在无毛的部位，其表皮是最厚的。角质层像致密的盾牌一样覆盖着动物躯体，防止机体干枯和微生物侵入。在该层内细胞间隙最宽（达30nm），在细胞之间有角化桥粒的残余。在该层的表面它们遭到破坏，角化鳞片脱落，角质细胞膜增厚，基本上被均一的原纤维物质充满。

可见角质化过程是逐渐发展的，从基底细胞已经开始，以形

成与张力原纤维直径相同的角质原纤维而结束。张力原纤维和透明角蛋白的合成与线粒体、核糖体及细胞核的活动有关。

在很厚的表皮里，还可明显见到一个位于颗粒层和角质层之间，是由1—3层带有退化细胞核的扁平细胞组成的“透明层”，这里的透明角蛋白颗粒融合在一起，构成角母蛋白，是一种折射光线强、用一般染料不能染色的物质。

“基膜”位于表皮基层和真皮之间，厚度为25—30 nm，是由很精细的原纤维网络组成的一个致密层，基膜与基底细胞质膜之间的间隙为10—20 nm，在基膜与真皮之间具有连接纤维。

真皮和表皮连结的牢固性加强是由于弹性纤维参加到此精细的网里，该网在弹性纤维终端浓缩的缘故，直径约为20 nm的大量纤细的弹性纤维缠结在基膜上，围住伸向基膜的基底细胞的突起。在真皮与表皮的交界处，有一嗜银网状纤维窄的带（即用银盐处理时显出的），也是基膜的成分。

真皮，作为结缔组织的结构，主要由蛋白质性质的纤维组成，大部分纤维是胶原纤维，在真皮纤维结构总量中，胶原纤维约占98%，而其它纤维——弹性纤维只有1—2%，网状纤维在真皮中很少。

胶原纤维是因其煮烂时呈胶状而获其名。这是一些很结实和不易拉长的纤维，细度为1—3 μm ，它们是与原纤维间的物质连在一起的原纤维束。在电子显微镜下，原纤维是最细的（10 nm以下）初原纤维。在光学显微镜下见到的不管是初原纤维，还是原纤维都是不分枝的，但是胶原纤维束沿着自己的走向能改变直径，这是由于下一列的部分胶原纤维呈束状，从主要的束分离开，而且可能与其他胶原纤维束连接，并向完全不同的方向延伸。

由于胶原纤维束在真皮里不是直线地伸展，而是形成不同的编织类型（图4A—1、2、3）。所以皮肤有延伸的能力，特别是这些胶原纤维在某种编织类型时更是如此，无论作为皮革原料，或是已经用它制成商品，皮革的机械性能主要决定于真皮中的胶

原纤维的排列状况，以及它们的粗细和相互紧贴的牢固性。

弹性纤维的性质与胶原纤维截然不同，它们很易拉长，但具有较小的断裂强度，它们的名称就来自于它们固有的物理性质——弹性。如果胶原纤维束在某种程度上可以比做绳子，弹性纤维就很像橡皮拉绳。在光学显微镜下观察，它们表现出初原纤维结构。在弹性纤维中初原纤维的细度只有3—4nm。弹性纤维本身细度一般不超过8 μ m。与胶原纤维的区别是弹性纤维是分枝并合并成网，构成弹性纤维的蛋白质——弹力蛋白，煮不成胶状，一般说来，它们具有很稳定的化学性质。

网状纤维，按蛋白质组分很接近胶原纤维。它们是由很细的纤维（40 nm）组成，相互紧紧连在一起，网状纤维在具有上皮或内皮成分的真皮纤维结构的边缘处形成网状或膜状浓缩物。

按机能真皮可分为二层：“营养层”，它位于浅层，开始于表皮下面并服务于表皮和“机械层”，主要执行支持机能（图2）。营养层由疏松结缔组织组成，它含有丰富的毛细血管和蜂窝组织的成分，在它们中间有许多游走细胞，沿毛血管分布着生发胚胎细胞——周皮细胞。主要是从这些细胞产生“成纤维细胞”——纤维形成细胞。此层的纤维结构是精细的，主要是细的胶原纤维束，编织成毡状。在它们之间还通过一些更细的弹性纤维，这些纤维相互连结成网状，共同构成弹性骨架，在人体的全部表面，哺乳动物体表无毛或少毛部位，真皮与表皮的边界是不平的，结缔组织的乳头从真皮方向向上皮层突入，在它们之间表现为表皮的梳状物。由于结构的这个特点，所以真皮表层被称为乳头层。按机能作用，应称其为营养层。何况被毛浓密的动物，除少数例外，其真皮营养层并不形成乳头，乳头的存在与表皮层营养条件有关。在覆有被毛的皮肤上，物理作用或多或少地通过较厚的毛层对机体产生影响。在这种情况下，表皮很薄，靠分布在具有平滑表面的营养层内的毛细血管网供给营养已足够了，在无毛的皮肤部位或具有较稀鬃毛的皮肤，特别是那些经常受到较强机械作

用的部位，表皮可能很厚。由于含有大量毛细血管的乳头或深或浅地伸向表皮层，有利于向上皮提供所需要的营养（相应地也排除上皮新陈代谢的产物）。乳头层被很密的弹性纤维网贯穿着，使其具有很好的弹性。

位于真皮深层的机械层，系由致密的纤维状结缔组织组成，其主要成分是粗胶原纤维束以不同方向交结成三维网状，胶原纤维束的细度，在猪的真皮可达 $50-60\mu\text{m}$ ，在牛可达甚至 $120-150\mu\text{m}$ ，部分胶原纤维束被疏密的结缔组织包围，在疏松排列的情况下很容易看到（图 3Г）。胶原纤维束的复杂编织是以最好的形式来适应该皮肤解剖部位的机械条件。在动物身体上具有厚而不易伸展的皮肤的某些部位，其真皮机械层的胶原纤维编织的主体结构具有非常有序的菱形性质（图 4А. 1）。在受到生理上强烈拉伸的皮肤部位，其胶原纤维束较细，并较疏松地交织在一起，主要呈水平排列（图 4А. 2、3）。根据真皮该层结构的特点，将其称为“网状层”。遵照机能的分类原则，应将真皮网状层称为机械层，因为它正是所有皮肤的机械支柱，对此我们已经注意到了。

带有胶原纤维束菱形编织的真皮网状层，有明显程度不同的三个区带，呈对角线交叉的和彼此缠结的最粗胶原纤维束构成最大的中间区带，在真皮网状层的上下区带，胶原纤维束要细得多，明显地呈水平排列。最后，真皮的最深部分似乎分化为特殊的“网状下层”，在这一薄层中，胶原纤维束较细，而且在水平平面上互相缠绕构成致密的编织。皮肤最粗的水平血管网分布在真皮网状层的下区带和“网状下层”之间，由此网状下层可以归入皮下组织。

膘情良好的动物，无论在网状下层或者在整个真皮层，均能见到个别的脂肪细胞，甚至脂肪细胞的聚集。

В. А. Усилов 专门研究了牛皮肤的真皮编织的细致结构及其成分。他确定了真皮的基本结构成分是具有纺锤状的长胶原纤

维束，这些束相互缠结，但相对地较少分枝和较少从一个繁杂的束走向另一个束。这样的纤维束以一个变细的末端止于网状下层，以另一个也是变细了的末端缠在基膜上。真皮网状层中间区带中的胶原纤维束较其他区带中的纤维束粗。从具有真皮网状层强结构的部分过渡到弱结构的部分时，胶原纤维束的长度逐渐增加，在背部，其长度等于真皮厚度的 5 倍，在腹部则为 17 倍。

当身体运动时把结构成分弄乱后，贯穿胶原纤维编织的弹性纤维网促使真皮网状层结构成分恢复到最初排列秩序。一般弹性纤维沿着胶原纤维走，分布在胶原纤维内部或其表面，在网状层中比在乳头层中的粗。宽大的弹性纤维的网样，在网状层血管旁变得致密，在这些地方网状纤维的网样也变得致密了，在躯干皮肤中，弹性纤维的数量向尾侧方向减少。而四肢皮肤里的弹性纤维数量则向远端减少。在真皮的下部（即在网状下层）与皮下组织交界处，弹性纤维网有很大的密集，这里的弹性纤维相对地较粗，由它们组成狭窄的网样与皮肤表面平行。

在真皮乳头层的细胞成分中，主要观察到的是纤维细胞。在乳头层，有时在血管和毛发周围发现淋巴样组织细胞浸润。

皮下层——皮下组织，其主要机能作用是联接作用。它是由疏松结缔组织组成，与乳头层不同的是这里的胶原纤维束一般较粗并将皮肤与其下面部分牢固地连结起来，皮下蜂窝组织在背部皮肤中较发达，而腹部的较不发达。一般在皮下层能或多或少地见到大量的脂肪细胞聚集，由于这一点，皮下层的厚度有时超过皮肤所有层的总厚度。皮下脂肪层可减少散热，防止位于身体深部的部分受到不良温度的影响（海兽皮下脂肪层特别发达与此有关，如鲸和鳍脚目）。特别发达的脂肪组织层具有重要的机械作用，防止身体免受损害——当打击时皮肤受到的压力传给大量的脂肪细胞，像一种流体静力缓冲垫，这些缓冲垫总起来起到缓冲器的作用。最后，在营养丰富时，在皮下组织中积蓄脂肪，作为饥饿时的贮备。

皮肤的顏色首先取决于表皮黑色素颗粒的存在，皮肤的顏色可能不同，从黄色到黑色。皮肤的顏色不取决于表皮的厚度、真皮的血管和血液的状态。涉及到人时，应该指出白种人种的色素只存在于表皮基底层细胞里，在棘状细胞层内色素已经破坏。而有色人种，在所有表皮层中都含有色素。表皮细胞本身不形成色素，而是从特别的色素细胞（黑色素细胞）那里获得。幼龄的色素细胞，成黑色素细胞（以后分化为能产生色素的黑色素细胞），在胚胎中是由神经原基细胞（神经板）形成的，移行至表皮，并分布于基底层。它们的突起常被称为树突，其数量可达10个，其长度达 $60\mu\text{m}$ 以上，这些突起沿着棘状细胞层细胞间隙向上伸延，黑色素细胞没有桥粒，并游离存在。在黑色素细胞内也没有张力原纤维，其特征是存在处于不同成熟期的黑色素颗粒。黑色素细胞数平均为基底细胞数的1/10。在皮肤结缔组织细胞（色素细胞）内也见到色素。

在真皮里，在与皮下层交界处，分布着深层血管网，由较大的血管组成。这个血管网通过斜向或垂直于皮肤表面的、贯穿真皮网状层的血管，与由口径较小的血管组成的浅层的乳头下网连结。在皮下层中有大血管丛，从乳头下网分出小动脉，每个乳头一个，并在乳头内散开成为毛细血管网。因此，发达的乳头具有自己独立的毛细血管网。

皮肤乃是广阔的感受场所，含有特别丰富的各种各样的感受神经末梢，进入皮肤感受器的感觉神经纤维，是脑脊髓神经的成分。支配血管、平滑肌和腺体的许多植物神经纤维进入皮肤。进入皮肤的有髓的和无髓的，感觉神经和植物的神经纤维可能存在于一个神经干里，由皮下组织进入真皮的大神经干，连续形成两个丛——一个较深层的，位于与皮下组织的交界处，另一个浅层的，较精细的靠近乳头基部。从这里分出走向真皮乳头，皮肤的附属器官和血管的个别的神经纤维和不大的神经束。

2. 毛和皮腺

哺乳动物的表皮，与其自己的结缔组织生理学的铺垫物一起，构成毛发、脂腺和汗腺，以及角和蹄。

不同动物的毛根深入真皮的深度不同。毛密的动物，其埋藏毛根的真皮的上层（图1）明显地不同于网状层，其胶原纤维束非常细，并且胶原纤维织成不规则的毡状，而网状层完全没有毛根或含有很稀的粗大毛根。真皮这一层经常被称为“毛发层”

（Пиллярный слой）（即有毛的层）。它还有其他名称，这些名反映生理学或皮革生产意义的不同方面。例如，它含有大量的和毛有紧密联系的皮腺（脂腺和汗腺），以及密集的小血管和毛细血管丛，通过它们的共同工作调节着皮肤表面的散热。因此，人们称此层为“恒温层”。由于真皮的这一层决定着加工皮革表面的花纹（皮纹）和特性，所以可以称其为皮肤的面部，皮革生产者们称它为“正面”层。

真皮的毛发层对毛根和皮腺起着支持和包装基质的作用，同时对它们执行营养机能，以根据它与无毛或毛稀皮肤的乳头层的相似性，它也被称为乳头层。用乳头层表示毛发层是制革工人最易接受的，虽然毛发层表面一般来说是没有任何乳头的。

在真皮毛发层上部、表皮的下面，细的胶原纤维束主要呈水平排列，平行于皮肤表面。它们向下的走向在很大程度上决定于毛根和腺体的位置。

毛发层的弹性纤维细，并形成致密的网，网样主要位于水平面上。在毛根周围弹性纤维组成特别密集的丛，并且它们沿着毛根排列，或者位于毛根周围。

弹性纤维网所占的空间是从真皮表面，大约到汗腺分泌部分

的始端。网下面的纤维由较粗的纤维组成，它们向表面方向逐渐变细。接近表皮的最上面的弹性纤维变得特别细，并呈垂直排列。

真皮毛发和网状层的分界约在有髓毛的毛根（毛球）和汗腺分泌部分的深层末端的水平上。在这种情况下应注意到，这个界限不是明显的，网状层的较大的胶原纤维束部分地缠绕到毛发的编织物上。有时，特别是粗毛的毛根深入到网状层，在这种情况下，只有在很粗毛的稀疏的根（例如鬃毛）贯串真皮时，真皮层才区分为乳头层和网状层。

突出于皮肤表面的毛的部分称为“毛干”，毛干经过毛漏斗（Воронка Волоса）向皮肤外长出。在发育良好的毛里（例如有髓毛），毛根和毛干由毛的髓质、皮质和鳞片组成。在较柔软的毛（两型毛）里，髓质仅在毛根里存在，而在绒毛或是毛根中也没有髓质。毛根位于毛袋——毛囊中，毛囊结构复杂，由三部分组成：上皮性内根鞘、上皮性外根鞘和结缔组织“毛囊”。在毛囊和外根鞘之间通常能很好地见到透明的基膜。下面扩大的毛根形成毛球，结缔组织乳头深入其内。围着毛乳头的毛球上皮细胞层是形成层，依靠它形成毛根和内鞘所有各层的细胞。通过有丝分裂方法在毛球形成层形成新细胞。在毛球中央，毛乳头顶部的细胞形成毛的髓质，由下一个区带的形成层细胞形成毛的皮质，而分布在毛乳头外围的形成层细胞形成鳞片，而毛乳头最边缘的形成层细胞形成上皮性内根鞘，像在表皮那样，在基层产生的细胞向表面层推移，并在此过程逐渐角质化，在毛球中细胞愈远离乳头层，愈角质化。在毛乳头里有供应毛发和内根鞘营养的血管。远离营养源则导致角质化，毛的皮质和鳞片角质化过程表现最明显。髓质细胞只有在毛漏斗的水平处才完全角质化，内根鞘只延伸到毛漏斗处。其细胞约在毛囊长度的中间处完全角质化。外根鞘似乎是表皮的延续，其角质层仅达脂腺向毛漏斗的开口处。