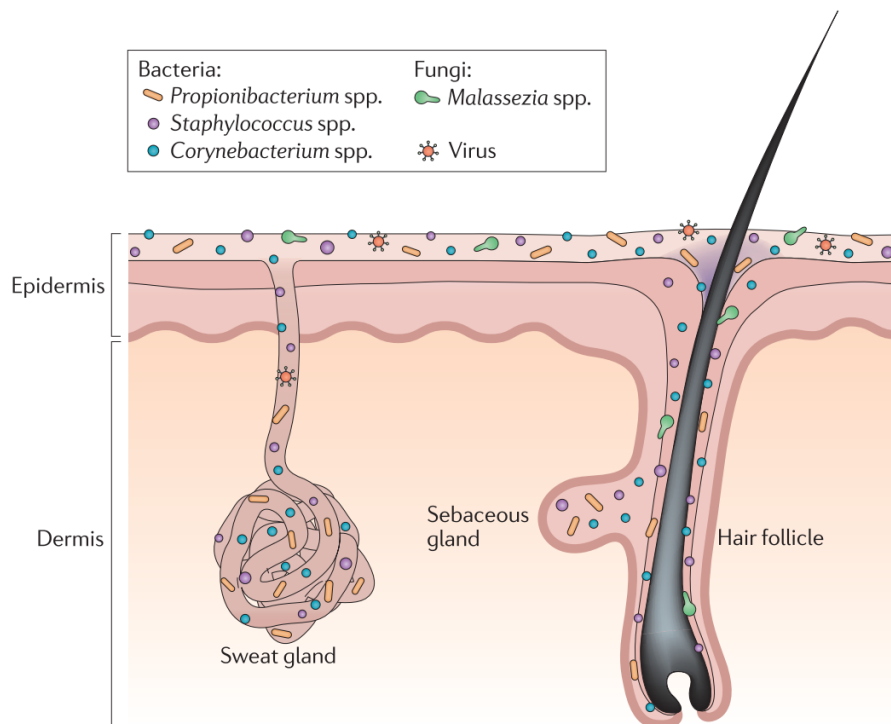


人类皮肤微生物组

The human skin microbiome 【1】



皮肤生理学

皮肤由两个结构不同的层组成，分别是表皮 (epidermis) 和真皮 (dermis)。外层（表皮）由分化的角质细胞层组成。表皮最外层或者说角质层由末端分化无核的角质形成细胞组成，这些角质形成细胞通过化学交联以强化皮肤屏障¹。除了这种保守的分层结构，身体皮肤部位的各种微环境会随着紫外线照射，pH 值，温度，湿度，皮脂含量和皮肤纹理发生变化²。根据这些特征，可以将不同的皮肤部位分为多种类别：分泌油脂性或油性皮肤（面部，胸部和背部），潮湿性皮肤（肘部弯曲处，膝弯处和腹股沟）和干燥性皮肤（前胳膊内侧和手掌）。这些皮肤部位的环境受到如汗腺 (sweat glands)，毛囊 (hair follicles) 和皮脂腺 (sebaceous glands) 之类的附属器影响。汗腺在潮湿性皮肤部位更加丰富，能够通过水分的蒸发调节体温，并且使皮肤酸化，从而不利于某些微生物的生长和定植³。皮脂腺与毛囊相连且在油性皮肤部位更加密集，能够分泌富含脂质的皮脂。皮脂是一种疏水层，起到润滑作用并且为头发和皮肤抵抗细菌。

不同的皮肤微生物群取样方法（拭子，活组织检查，表面刮擦，杯擦法 (cup scrub 是不是好奇这是个啥？我已经下载好了视频！) 或胶带剥离) 可以获取居住在皮肤不同深度或者亚区室 (subcompartments) 的微生物⁴⁻⁷。尽管不同采样方法鉴定出来的大多数主要细菌种类都是类似的⁴，但是相比皮肤深层，皮肤表层的一些微生物更加多变⁸⁻¹⁰。这些结果强调了在整个研究中保持取样方法一致性的重要性。本综述重点提及的研究采用的取样方法是捕获角质层上和角质层内的微生物。为了充分地

了解皮肤微生物的空间分部，需要采用更加具有侵入性的采样方式进行进一步的研究。

TIPs:

表皮 (epidermis): 表皮位于皮肤最外层，为角化复层鳞状上皮，由外胚层分化而来，皮肤附属器借此发生。表皮包括角质形成细胞、黑素细胞、朗格汉斯细胞及梅克尔细胞。表皮最重要的作用是形成机体的外部屏障，同时尚有吸收和免疫功能。

角质层 (stratum corneum, Latin for 'horny layer') 是表皮最外层的部分，主要由 10 至 20 层扁平、没有细胞核的死亡细胞组成。当这些细胞脱落时，底下位于基底的细胞会被推上来，形成新的角质层。

真皮 (dermis): 皮肤覆盖于体表，从外至内依次为表皮、真皮、皮下层。真皮由中胚层分化而来，分乳头层和网状层两层，两者之间无明显界限。真皮突起无数乳头，嵌入表皮深面，真皮深面借结缔组织纤维束与浅筋膜相连。真皮一般厚 1~2mm。

1. Segre, J. A. Epidermal barrier formation and recovery in skin disorders. *J. Clin. Invest.* 116, 1150–1158 (2006). 113
2. Grice, E. A. & Segre, J. A. The skin microbiome. *Nat. Rev. Microbiol.* 9, 244–253 (2011) 22
3. Gallo, R. L. & Hooper, L. V. Epithelial antimicrobial defence of the skin and intestine. *Nat. Rev. Immunol.* 12, 503–516 (2012). 114
4. Chng, K. R. et al. Whole metagenome profiling reveals skin microbiome-dependent susceptibility to atopic dermatitis flare. *Nat. Microbiol.* 1, 16106 (2016). 92
5. Kong, H. H. et al. Performing skin microbiome research: a method to the madness. *J. Invest. Dermatol.* 137, 561–568 (2017). 115
6. Alexeyev, O. A. Bacterial landscape of human skin: seeing the forest for the trees. *Exp. Dermatol.* 22, 443–446 (2013). 116
7. Alexeyev, O. A. & Jahns, A. C. Sampling and detection of skin *Propionibacterium acnes*: current status. *Anaerobe* 18, 479–483 (2012). 117
8. Grice, E. A. et al. A diversity profile of the human skin microbiota. *Genome Res.* 18, 1043–1050 (2008). 118
9. Nakatsuji, T. et al. The microbiome extends to subepidermal compartments of normal skin. *Nat. Commun.* 4, 1431 (2013). 119
10. Zeeuwen, P. L. et al. Microbiome dynamics of human epidermis following skin barrier disruption. *Genome Biol.* 13, R101 (2012). 120