

Oś Łojotok – *Malassezia* – Wypadanie Włosów

Zależność ta opiera się na błędnym kole mikrozapalenia (microinflammation) mieszka włosowego:

- **Środowisko:** Grzyby z rodzaju *Malassezia* (głównie *M. restricta* i *M. globosa*) są lipofilne i zależne od lipidów gospodarza, ponieważ w toku ewolucji utraciły geny syntazy kwasów tłuszczowych. Łojotok dostarcza im idealnego "paliwa".
- **Metabolizm i bariera naskórkowa:** Posiadają one liczne geny kodujące enzymy lipolityczne. Rozkładają trójglicerydy zawarte w ludzkim sebum, konsumując nasycone kwasy tłuszczowe. Pozostawiają na powierzchni skóry nienasycone kwasy tłuszczowe (np. kwas oleinowy). Kwas ten, jako substancja drażniąca, penetruje warstwę rogową naskórka, zaburzając barierę lipidową.
- **Kaskada zapalna:** Uszkodzenie bariery i obecność metabolitów grzyba stymuluje keratynocyty do produkcji cytokin prozapalnych (szczególnie IL-1a, IL-6, IL-8).
- **Wpływ na mieszek włosowy:** Powstały naciek zapalny i stres oksydacyjny wokół opuszki mieszka włosowego bezpośrednio wpływają na cykl włosa. Mikrozapalenie skraca fazę anagenu, przyspiesza przejście w fazę katagenu i telogenu, co skutkuje telogenowym wypadaniem włosów lub zaostrza przebieg łysienia androgenowego (AGA).

Rola Genów Lipazy w Genomie *Malassezia*

Odkrycie i potwierdzenie obecności genów dla lipaz i fosfolipaz w genomie *Malassezia* (np. genu LIP1) było kluczowe dla zrozumienia ich patogenności.

To nie sama obecność genu "tłumaczy" zwiększoną obecność grzyba – gen ten jest ewolucyjnym przystosowaniem. Dzięki wysokiej ekspresji lipaz, *Malassezia* zyskuje ogromną przewagę konkurencyjną w mikrobiomie środowiska łojotokowego. Im więcej substratu (sebum), tym intensywniejsza produkcja lipaz, co z kolei prowadzi do lawinowego wzrostu ilości wolnych kwasów tłuszczowych i nasilenia stanu zapalnego.

Wrażliwość *Malassezia* na Laser Tulowy (1927 nm)

Tutaj konieczne jest drobne sprostowanie fizyczne. **Grzyby z rodzaju *Malassezia* nie wykazują specyficznej, wybiórczej wrażliwości na światło lasera tulowego o długości fali 1927 nm.** * **Chromofor:** Głównym chromoforem dla lasera 1927 nm jest woda. Działa on na zasadzie nieablacyjnej fototermolizy frakcyjnej. Nie posiada właściwości bezpośrednio grzybobójczych w taki sposób, w jaki światło niebieskie (np. 415 nm) niszczy porfiryny w bakterjach *C. acnes*.

- **Działanie pośrednie:** Laser tulowy może jednak znacząco pomóc w terapii opornego łojotokowego zapalenia skóry głowy. Dzieje się tak poprzez remodeling naskórka, normalizację procesów keratynizacji oraz poprawę mikrokrążenia.
- **LADD (Laser-Assisted Drug Delivery):** Największą wartością lasera 1927 nm w tym kontekście jest tworzenie mikrokanałów, które dramatycznie zwiększają penetrację

stosowanych miejscowo preparatów – np. leków przeciwgrzybiczych, przeciwzapalnych czy stymulujących wzrost włosa (np. minoksydylu), co potęguje efektywność leczenia.