PREMATURE GRAYING OF HAIR: A MODERN SCIENTIFIC ANALYSIS OF MICROELEMENTS, OXIDATIVE STRESS AND MELANOCYTE PHYSIOLOGY

Kuranova Sevarakhon Saidolimovna
Senior lecturer, Department of Biological Chemistry, Andijan State Medical Institute

Annotatsiya

Sochning erta oqarishi (premature hair graying) — melanotsit hujayralar funksional faolligining pasayishi natijasida yuzaga keladigan biologik jarayon bo‘lib, uning etiologiyasi hali to‘liq ochib berilmagan. Zamonaviy ilmiy adabiyotlar ushbu holatni oksidativ stress, mikroelementlar disbalansi va hujayra metabolizmi buzilishi bilan bog‘laydi. Ushbu review maqolada soch pigmentatsiyasi mexanizmlari, mikroelementlar roli, oksidativ stress tizimi va melanotsit qarish jarayoni kompleks tarzda tahlil qilinadi.

Kalit so‘zlar: L-DOPA, tirozinaza, mis, ruh, temir, ferittin, DNK, ROS, pigment.

Аннотация

Преждевременное поседение волос (premature hair graying) — это биологический процесс, возникающий в результате снижения функциональной активности меланоцитарных клеток, этиология которого до сих пор полностью не раскрыта. Современная научная литература связывает это состояние с окислительным стрессом, дисбалансом микроэлементов и нарушением клеточного метаболизма. В данной обзорной статье представлен комплексный анализ механизмов пигментации волос, роли микроэлементов, системы окислительного стресса и процесса старения меланоцитов.

Ключевые слова: L-DOPA, тирозиназа, медь, цинк, железо, ферриттин, ДНК, РОС, пигмент.

Abstract

Premature hair graying is a biological process resulting from the decline in the functional activity of melanocyte cells, the etiology of which has not yet been fully elucidated. Modern scientific literature attributes this condition to oxidative stress, micronutrient imbalance, and impaired cellular metabolism. This review article provides a comprehensive analysis of the mechanisms of hair pigmentation, the role of microelements, the oxidative stress system, and the process of melanocyte aging.

Keywords: L-DOPA, tyrosinease, copper, zinc, iron, ferritin, DNA, ROS, pigment.

Soch pigmentatsiyasining hujayra darajasidagi asoslari. Soch rangi melanotsitlarda sintez qilinadigan melanin pigmentiga bog‘liq. Melanin biosintezi asosan melanosoma organellalarida sodir bo‘ladi va uning asosiy bosqichi **L-tirozinning L-DOPA ga aylanishi** bilan boshlanadi.

Bu jarayonni katalizlovchi asosiy ferment — **tirozinaza** hisoblanadi. Tirozinaza faolligi metall kofaktorlar, ayniqsa **mis ionlari (Cu^{2+})** mavjudligiga bog‘liq.

Slominski va hamkorlari (2004) melanogenezni nafaqat pigment sintezi, balki endokrin va stress omillari bilan ham bog‘liq murakkab biologik tizim sifatida tavsiflaydi.

Mikroelementlar va soch pigmentatsiyasi o‘rtasidagi bog‘liqlik.

Soch pigmentatsiyasi quyidagi mikroelementlarga bevosita bog‘liq:

- **Cu (mis)** → tirozinaza faolligi
- **Zn (rux)** → hujayra bo‘linishi va DNK barqarorligi
- **Fe (temir)** → kislorod transporti va energiya metabolizmi
- **Ferritin** → temir zaxirasi indikatori

Klinik kuzatuvlarga ko‘ra, erta oqarish bilan og‘rigan bemorlarda Cu va ferritin darajasi sezilarli darajada past bo‘ladi (Wood et al., 2009). Bu holat melanotsit metabolizmining buzilishi va pigment sintezining sekinlashishiga olib keladi.

Oksidativ stressing patogenetik roli. Oksidativ stress — reaktiv kislorod turlarining (ROS) ortishi va antioksidant tizimning zaiflashishi natijasida yuzaga keladigan holatdir.

Melanotsitlar ROSga juda sezgir hujayralar hisoblanadi. Ularning shikastlanishi quyidagilarga olib keladi:

- melanosoma degeneratsiyasi
- DNK fragmentatsiyasi
- hujayra apoptozi

Asosiy markerlar:

- Malondialdegid (MDA) ↑
- Superoksid dismutaza (SOD) ↓
- Katalaza ↓

Trüeb (2009) tadqiqotlariga ko‘ra, oksidativ stress soch follikulasining “biologik qarish soati”ni tezlashtiradi.

Vitamin B12 va hujayra regeneratsiyasi. Vitamin B12 (kobalamin) DNK sintezi va hujayra proliferatsiyasida muhim rol o‘ynaydi. Uning yetishmovchiligi: melanotsit regeneratsiyasini sekinlashtiradi, soch follikulasi siklini buzadi va pigment sintezini kamaytiradi. Bundan tashqari, B12 yetishmovchiligi anemik holatlarni keltirib chiqarib, to‘qimalarda kislorod yetishmovchiligini kuchaytiradi.

Endokrin omillar va soch pigmentatsiyasi. Qalqonsimon bez gormonlari (TSH, fT4) soch follikulasi metabolizmida muhim rol o‘ynaydi.

- Gipotireoz → soch to‘kilishi va oqarishi
- Gipertireoz → sikl buzilishi

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, gormonal disbalans melanotsit faoliyatini bilvosita inhibe qiladi va pigmentatsiya jarayonini sekinlashtiradi.

Fitobiologik yondashuvning zamonaviy ahamiyati. So‘nggi yillarda fitoterapiya soch pigmentatsiyasini qo‘llab-quvvatlashda muhim yo‘nalish sifatida o‘rganilmoqda.

Asosiy bioaktiv o‘simliklar:

- Yashil choy (camellia sinensis) — polifenol manbai
- Romashka (eclipta alba) — melanogenezni qo‘llab-quvvatlovchi
- Anor po‘sti (punica granatum) — ROS ni kamaytiruvchi

Ushbu o‘simliklar melanotsitlarni oksidativ shikastlanishdan himoya qiladi va pigment sintezini qo‘llab-quvvatlaydi.

Integrativ biologik model. Zamonaviy yondashuvga ko‘ra, soch oqarishi quyidagi tizimli o‘zgarishlar natijasidir:

- mikroelement disbalansi
- oksidativ stress ortishi
- gormonal buzilish
- hujayra regeneratsiyasi pasayishi

Xulosa. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, sochning erta oqarishi bir omilli emas, balki bir nechta biologik tizimlar o‘zaro ta’siri natijasida rivojlanadigan murakkab jarayondir. Mikroelementlar, oksidativ stress va gormonal muvozanat bu jarayonning asosiy determinantlari hisoblanadi. Kelgusidagi tadqiqotlarda fitoterapevtik va biokimyoviy yondashuvlarni integratsiya qilish muhim ilmiy ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Slominski A., Tobin D.J., Shibahara S., Paus R. (2004). *Melanin pigmentation in mammalian skin.* Physiological Reviews.

2. Trüeb R.M. (2009). *Oxidative stress and hair aging.* International Journal of Trichology.

3. Wood J.M. et al. (2009). *Trace elements in hair biology.* Journal of Investigative Dermatology.