

Debreceni Egyetem  
Gyógyszerésztudományi Kar  
Gyógyszertechnológiai Tanszék



## **A hajás fejbőr kezelése**

Szabó Réka Anna

V. évfolyamos gyógyszerészhallgató

**Dr. Siposné Dr. Fehér Pálma Eszter**

témavezető neve

**Dr. Kovácsné Prof. Dr. Bácskay Ildikó Katalin**

intézet/tanszékvezető neve

Debrecen

2026

# Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés .....	4
2.	Célkitűzés .....	5
3.	A hajas fejbőr általános jellemzése .....	6
3.1.	<i>A fejbőr funkciója és felépítése.....</i>	6
3.2.	<i>A hajnövekedés ciklusa.....</i>	7
3.3.	<i>A faggyúmirigyek.....</i>	10
3.4.	<i>A fejbőrön található mikrobiom .....</i>	10
4.	A korpásodás.....	12
5.	A seborrheás dermatitis .....	14
5.1.	<i>A korpa és a seborrheás dermatitis patomechanizmusa .....</i>	15
6.	A hajhullás.....	16
6.1.	<i>A hajhullás diagnosztizálása.....</i>	16
6.2.	<i>Az androgén alopecia.....</i>	17
6.3.	<i>Az alopecia areata.....</i>	19
6.4.	<i>A telogen effluvium .....</i>	20
7.	Terápia.....	21
7.1.	<i>A fejbőr kezelésére alkalmas gyógyszerformák.....</i>	21
7.2.	<i>A korpa és a seborrheás dermatitis kezelése.....</i>	22
7.2.1.	Hámlassztó hatóanyagok .....	22
7.2.2.	Gombaellenes hatóanyagok .....	22
7.2.3.	A kortikoszteroidok .....	24
7.2.4.	A calcineurin-inhibitorok .....	24
7.3.	<i>A hajhullás kezelése .....</i>	25
7.3.1.	Az antiandrogén hatóanyagok .....	25
7.3.2.	A prosztaglandin-analógok .....	26
7.3.3.	A minoxidil.....	26
7.3.4.	Az immunszuppresszánsok .....	27
7.3.5.	A koffein.....	29
7.3.6.	A vérlemezkedés plazma .....	29
7.3.7.	A botulinum toxin.....	30
8.	Gyógynövények alkalmazása a hajas fejbőr kezelésére .....	31
8.1.	<i>A rozsmaring.....</i>	31
8.2.	<i>A teaafaolaj.....</i>	31
9.	Összefoglalás.....	33

<b>10.</b>	<b>Köszönetnyilvánítás .....</b>	<b>34</b>
<b>11.</b>	<b>Irodalomjegyzék.....</b>	<b>35</b>
<b>12.</b>	<b>Ábragyűjtemény.....</b>	<b>40</b>

# 1. Bevezetés

A haj és fejbőr egészsége nemcsak funkcionális, hanem esztétikai szempontból is fontos szerepet játszik egy ember életében. A haj befolyásolja a megjelenést, önbizalmat, illetve következtethetünk belőle az egyén nemére, életkorára és származására. A hajas fejbőr betegségei közül egyik sem összeegyeztethetetlen az étellel, viszont ez nem jelenti azt, hogy kevesebbet figyelmet érdemelnek, mint más betegségek. Gyakran krónikus lefolyásúak, visszatérő tünetekkel járnak, így fizikai és pszichés terhet jelentenek az érintettek számára. Megnehezíthetik a társas kapcsolatokat, rontják a beteg életminőségét és akár olyan mentális betegségek kialakulásához is vezethetnek, mint a szorongás vagy a depresszió.

A fejbőr anatómiai és élettani szempontból sajátos jellemzőkkel rendelkező bőrterület: nagy sűrűségben tartalmaz hajszálakat, faggyúmirigyeket és verejtékmirigyeket, illetve speciális mikrobiom jellemzi. Ezek a tényezők nemcsak a homeosztázist befolyásolják, hanem a kóros folyamatok kialakulását is. A fejbőrt érintő betegségek ritkán vezethetők vissza egy kiváltó okra, gyakran komplex patomechanizmussal rendelkeznek, amelyben genetikai, hormonális, környezeti és immunológiai tényezők is szerepet játszhatnak.

A hajas fejbőr kezelése számos kihívást rejt magában. Alapvetően a lokális készítmények dominálnak a terápiában, de vannak olyan hatóanyagok is, amelyeket szisztémásan alkalmaznak. A megfelelő gyógyszerforma megválasztása elengedhetetlen a sikeres terápia érdekében. A haj jelenléte miatt egyes gyógyszerformák, mint a kenőcsök vagy a krémek, nem alkalmazhatók hatékonyan, így leggyakrabban gyógyszamponokat, oldatokat, géleket vagy habokat alkalmaznak.

## **2. Célkitűzés**

Diplomamunkámban szeretném áttekinteni három gyakori fejbőrt érintő kórkép (korpa, seborrheás dermatitis, alopecia) terápiájához kapcsolódó szakirodalmat. Először ismertetni szeretném a fejbőr általános jellemzőit, haj növekedési ciklusát és fejbőrön található mikrobiom összetételét. Ezt követően pedig szeretném feltárni a korpa, a seborrheás dermatitis és az alopecia gyakoriságát, tüneteit és kialakulásának okait, az alopeciák közül különös figyelmet fordítva két nagyon gyakori típusra, androgén alopeciára és alopecia areatára. A diplomamunkám második felében ezen betegségek terápiája kapja a hangsúlyt, a szakirodalmak alapján szeretném összegyűjteni melyek azok a gyógyszerformák és hatóanyagok, amelyek hatékonyan és biztonságosan alkalmazhatók a hajás fejbőr kezelésére.

### 3. A hajás fejbőr általános jellemzése

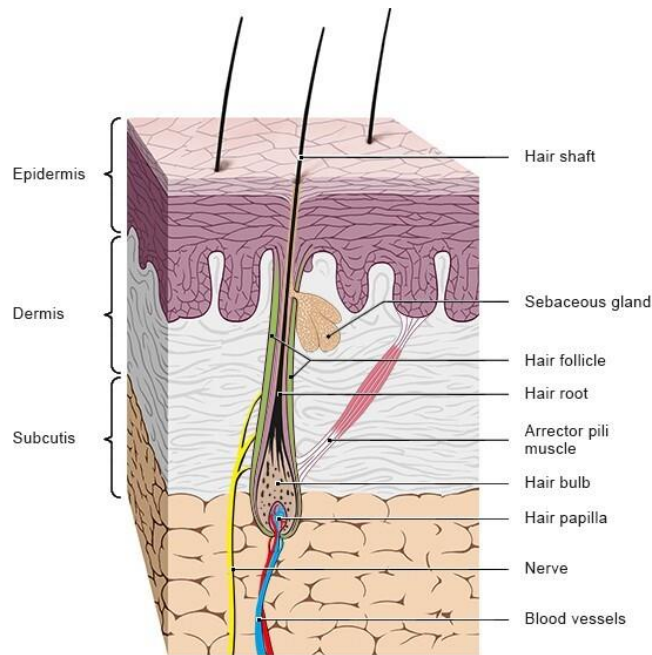
#### 3.1. A fejbőr funkciója és felépítése

Az emberi fejbőr mechanikai és biológiai védelmet nyújt a koponya számára, befolyásolja az immunrendszer működését és részt vesz a szenzoros érzékelésben is. A fejbőrt benépesítő mikrobiom megakadályozza a káros mikroorganizmusok túlzott elszaporodását, így segíti a fertőzések elkerülését. Maga a haj nemcsak esztétikai szerepet tölt be, hanem részt vesz az UV-sugárzás elleni védelemben, illetve hőszabályozásban is. A haj csökkenti a fejbőrt érintő napsugárzás mennyiségét, így mérsékelve a fejbőr hőterhelését. [1]

A fejbőr felépítését tekintve nem sokban tér el a test többi részén található bőr felépítésétől. (1. ábra) A legkülsőbb réteg az epidermisz, amit további négy réteg alkot: a stratum basale, stratum spinosum, stratum granulosum, és a stratum corneum. Az epidermiszt legnagyobb részben keratinocita sejtek építik fel. A stratum basale rétegében osztódnak, majd az újonnan osztódó sejtek a régi sejteket folyamatosan a külsőbb rétegek felé tolják. A régi sejtek elhalnak, így a stratum corneumot már csak a halott keratinociták és az általuk termelt keratin alkotja. A keratinociták egyik fontos funkciója, hogy vízhatlanná teszik a bőrt. Az epidermiszben találunk még melanocita, Langerhans és Merkel sejteket is. A melanociták fő feladata a melanin termelés, amely a bőr és haj színét meghatározó pigment. Langerhans sejtek antigénprezentáló funkciót látnak el, a Merkel sejtek pedig alacsony ingerküszöbű mechanoreceptorokként működnek.

A dermiszt két kötőszöveti réteg építi fel: a felső a laza rostos kötőszövetből álló papilláris réteg, az alsó a tömött rostos kötőszövetből álló retikuláris réteg. A bőr mirigyei, izmai, szenzoros idegsejtjei és a vérellátást biztosító erek ebben a rétegben foglalnak helyet, ahogy a szőrtüszők/hajtüszők is. [2] Az angol szakirodalmak nem tesznek különbséget a fejbőrön található és a test többi részén található szőrtüszők között, mindkét esetben a „hair follicle” kifejezést használják. A továbbiakban a fejbőrön található szőrtüszőkre hajtüszőkként fogok hivatkozni.

A bőr legmélyebben elhelyezkedő rétege a hypodermis vagy más néven subcutis, aminek legnagyobb részét a hőszabályozáshoz és tápanyag raktározáshoz elengedhetetlen zsírszövet építi fel. [2]

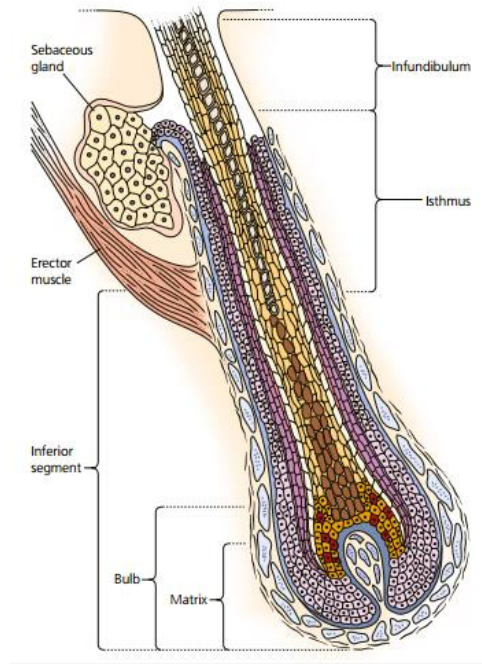


1. ábra: A bőr felépítése

### 3.2. A hajnövekedés ciklusa

Egy egészséges ember fején körülbelül tízezer hajszál található, amiből egy nap során körülbelül 100-150 hajszálat veszít el. [3] Az emberi haj folyamatosan nő, a kihulló hajszálakat az alattuk növekedő, új hajszálak tolják ki a hajtüszőkből. Minden hajtüszőhöz kapcsolódik egy faggyúmirigy és az úgynevezett *Musculus arrector pili*, amit „szőrmerevítő izomnak” szoktak fordítani. A szőrtüsző, a faggyúmirigy és a szőrmerevítő izom együtt egy úgynevezett pilosebaceous egységet alkot.

A hajtüsző felépítését tekintve négy részre osztható: az infundibulum, a hajtüsző bőrfeszínre való nyílásától a faggyúmirigy csatlakozásáig tartó szakasz, ezután következik az isthmus, amely a szőrmerevítő izomig tart, legalul pedig a suprabulbar régió és bulbus (hajhagyma) régiója található. (2. ábra) Az infundibulum és az isthmus a hajtüsző állandó részei, amíg a suprabulbar és bulbus régió változnak a haj növekedési ciklusa során. A hajhagyma és a belsejében elhelyezkedő dermális papilla a hajnövekedés aktív központja. A dermális papilla egy speciális mesenchymalis sejtpopuláció, feladata a hajtüsző és hajszál növekedésének irányítása növekedési faktorok segítségével. Felső és oldalsó részén hajmátrix sejtek és a hajszál pigmentációjáért felelős melanociták helyezkednek el, ezen sejtek osztódásával jön létre maga a hajszál. A dermális papillában futnak a tápanyagellátását biztosító kapillárisok és idegvégződések is. [4]



2. ábra: A hajtüsző részei

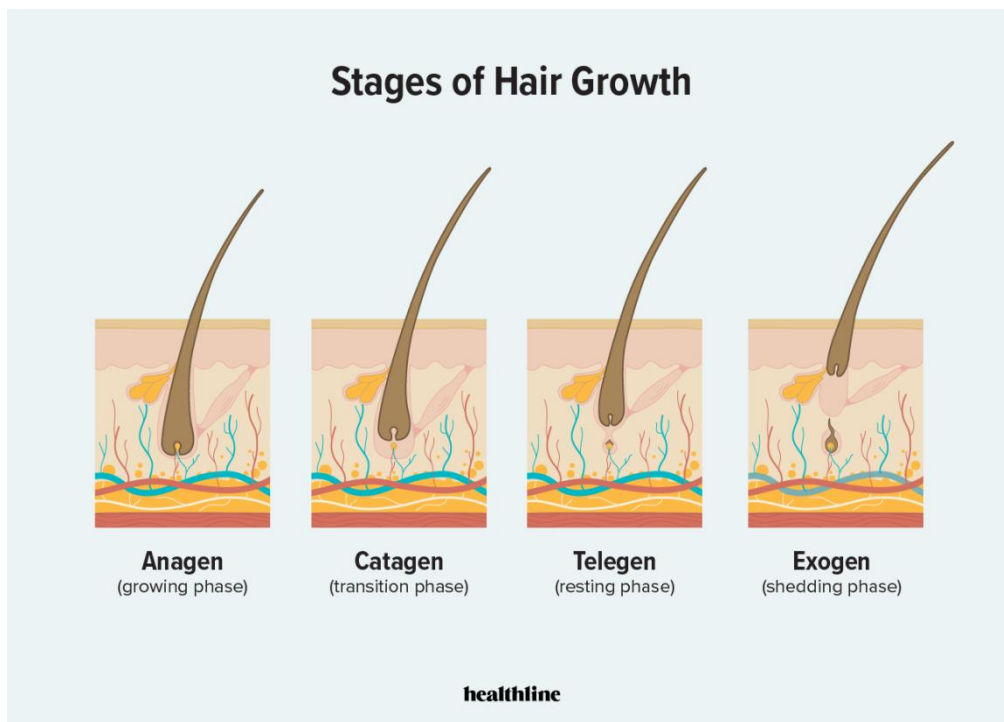
Magát a hajszalet 65-95%-ban fehérje építi fel, de ezenkívül lipideket, vizet és pigmentet is tartalmaz. Keresztmetszeti képén három réteget látunk: ezek a medulla, cortex és kutikula. A medullát lazán kapcsolódó keratinocita sejtek alkotják. A hajszalet középpontjában helyezkedik el, de csak kis tömegét teszi ki annak, sőt az egészen vékony hajszaletokban nincs is jelen. A hajszalet tömegének legnagyobb részét (körülbelül 90%) a cortex adja, amelyet keratin filamentumok építenek fel. A filamentumok diszulfid hidakkal kapcsolódnak egymáshoz, ennek a szerkezetnek köszönhető a hajszalet erőssége és rugalmassága. A haj színét meghatározó pigment, a melanin is itt raktározódik. A cortexet kívülről a kutikula borítja, ahol a sejtek tetőcserépre emlékeztető szerkezetben helyezkednek el. Ez réteg nem csak védelmet nyújt a cortex számára, hanem a haj textúráját is befolyásolja. A hajszalet egy hidrofób barrierként működő lipidrteg is fedi, amelynek a védelmi funkció mellett még a hajszalet közötti súrlódás csökkentésében is szerepe van. [5]

A hajtüszőre és a benne elhelyezkedő hajszaletra egy periodikus növekedési ciklus jellemző. A ciklusnak négy szakasza van: anagen, catagen, telogen és exogen. (3. ábra)

Az anagen a leghosszabb fázis, akár 2-8 évig is eltarthat. Ez a fázis a hajnövekedés legaktívabb periódusa, amikor a sejtek nagy ütemben osztódnak és a teljes hajszalet kialakul. A hajtüsző mérete is növekszik, egyre mélyebbre hatol a subcutisba. Az anagen fázis az életkor előrehaladtával egyre rövidül, ami azt is eredményezi, hogy hajszaletak vékonyabbak lesznek idős korban.

Az anagent a katagen fázis követi, ami 2-3 hétig tart általában. Ilyenkor a hajszál megáll a növekedésben és a hajtüsző sorvadni kezd. A dermális papilla sejtjei felfelé haladnak a tüszőben, egészen a dudor (bulge) régióig, ami a szőrmerevítő izom kapcsolódásánál helyezkedik el.

A telogén fázisban a hajtüsző biológiai aktivitása lecsökken és felkészül a következő ciklusra. A dermális papilla sejtjei aktiválják a dudor régióban található őssejteket, ami kulcsfontosságú a következő ciklus elindításához. Azt a passzív fázist, amikor a hajszál kihullik, exogen fázisnak nevezik, ezután a ciklus újraindul, új anagen fázis kezdődik. [4]



3. ábra: A haj növekedési ciklusa

A fejbőrön elhelyezkedő hajszálak a terminális szőrszálak típusába sorolhatók. A terminális szőrszálak hosszabbak és vastagabbak, mint az úgynevezett „vellus” szőrszálak, amit pihezszőrzetnek lehetne fordítani leginkább. A pihezszőrzet testszerte szinte mindenhol jellemző, kivéve a tenyéren és a talpon. A terminális szőrszálakkal a hajon kívül, még a szemöldök, a szempillák, az arcszőrzet és a szeméremszőrzet esetén találkozhatunk. [6]

### 3.3. A faggyúmirigyek

A fejbőrünkön nagy mennyiségű faggyúmirigy és verejtékmirigy található. A verejtékmirigyeknek két fajtájuk különböztetjük meg: a nagyobb méretű apokrin és a kisebb méretű ekrin mirigyeket. Az előbbi viszkózus, lipid-gazdag váladékkal rendelkezik, az utóbbi pedig főleg vizet és nátrium-kloridot választ ki. A faggyúmirigyek holokrin mirigyek, amelyek a pilosebaceous egység részei, így közvetlenül kapcsolódnak a hajtüszőkhöz. Sebocytákat tartalmaznak, amelyek termelik és szekretálják a faggyúnak nevezett váladékot. [7] A faggyú egy viszkózus, lipidben gazdag váladék, aminek összetétele 20-60%-ban mono-, di- és triglicerid, 23-60%-ban viasz észter, 10-30%-ban szabad zsírsav, 10-20%-ban szkvalén és 1-6%-ban koleszterin és koleszterin-észter. A váladékban fellelhető lipidek részben a vérkeringésből származnak (például LDL), részben pedig a magában a mirigyben szintetizálódnak. [8] A faggyú fő funkciója a haj síkosságának fenntartása és az antibakteriális, illetve antifungális hatásának köszönhetően, a védelem erősítése. Megfigyelték, hogy bőrfelszínre jutó lipidek újra felszívódhatnak a bőrbe és befolyásolhatják a környező sejtek működését. [7]

### 3.4. A fejbőrön található mikrobiom

Az egészséges fejbőrt számos mikroorganizmus népesíti be. A mikrobiom részt vesz a homeosztázis fenntartásában, befolyásolja egyes sejtek génexpresszióját, illetve védelmet nyújt a patogénokkal szemmel. Így, ha a mikrobiomban valamilyen változás történik, az könnyen vezethet betegség kialakulásához. [9]

A *Malassezia* nemzetség a legnagyobb arányban előforduló élesztőgomba, akár 86%-át is kiteheti a fejbőrön élő összes gombának. A bazídiomos gombák közé tartoznak, 14 fajukat fedezték fel eddig, amiből 8 megtalálható az emberi normál flórában. A legtöbbet előforduló fajok a *Malassezia restricta*, a *Malassezia globosa* és a *Malassezia furfur*. Ezek az gombák lipofil élesztőgombák, amelyek nem képesek megszintetizálni saját zsírsavaikat, így kénytelenek azokat a környezetükből felvenni. A fejbőr kiváló táptalaj számukra, hiszen itt rengeteg a zsírban gazdag váladékot termelő faggyúmirigy. A *Malassezia* gombák a lipáz enzimnek köszönhetően a faggyú trigliceridjeit és észtereit hidrolizálják, majd a képződött monoglicerideket és szabad zsírsavakat beépítik saját sejtjeikbe. [10]

A baktériumok közül is vannak olyanok, amelyek szintén a bőrfelszínre szekretált lipidekkel táplálkoznak, ilyenek például a *Staphylococcus* és a *Cutibacterium* (régiben *Propionibacterium*) nemzetségbe tartozó fajok. [10] A fejbőrre nem jellemző magasfokú

bakteriális diverzitás, leggyakrabban *Staphylococcus epidermis*, *Staphylococcus capitis*, *Cutibacterium acnes* és *Corynebacterium* fajokkal találkozhatunk. [11]

A mikroorganizmusok száma és a mikrobiom összetétele több tényezőtől is függ. Befolyásolja az egyén neme, életkora, az immunrendszere, életmódja, sőt még a különböző samponok, hajbalzsamok és hajolajok is okozhatnak változásokat. A különböző betegségekben szintén megfigyelhetünk változásokat, és ha ezen változásokat összehasonlítjuk az egészséges fejbőr mikrobiomjával, akkor az segítséget nyújthat a betegség patofiziológiájának feltárásában, illetve a terápia meghatározásában. [9]

## 4. A korpásodás

A korpá világszerte körülbelül az emberek 50%-át érinti. Leginkább azokban az életszakaszokban jellemző amikor a faggyúmirigyek aktívak, így a pubertás és középkorú korosztályban kifejezetten gyakori. A nemek közötti eloszlása nem egyenlő, férfiak esetében gyakrabban kialakul, mint nőknél. Gyakorisága megnövekszik az olyan embereknél, akiknek egy alapbetegség vagy gyógyszereszedés miatt lecsökken az immunrendszer működése. Ilyen betegségek lehetnek az AIDS, a Parkinson-kór, a sarló sejtés anémia vagy akár a depresszió is. [12] [13] A korpára a seborrheás dermatitis enyhébb formájaként is szoktak hivatkozni.

A korpásodás tünetei a viszkető, irritált fejbőr és fehér vagy akár sárgás színű darabokban, „pikkelyek” formájában megjelenő hámlás. (4. ábra)

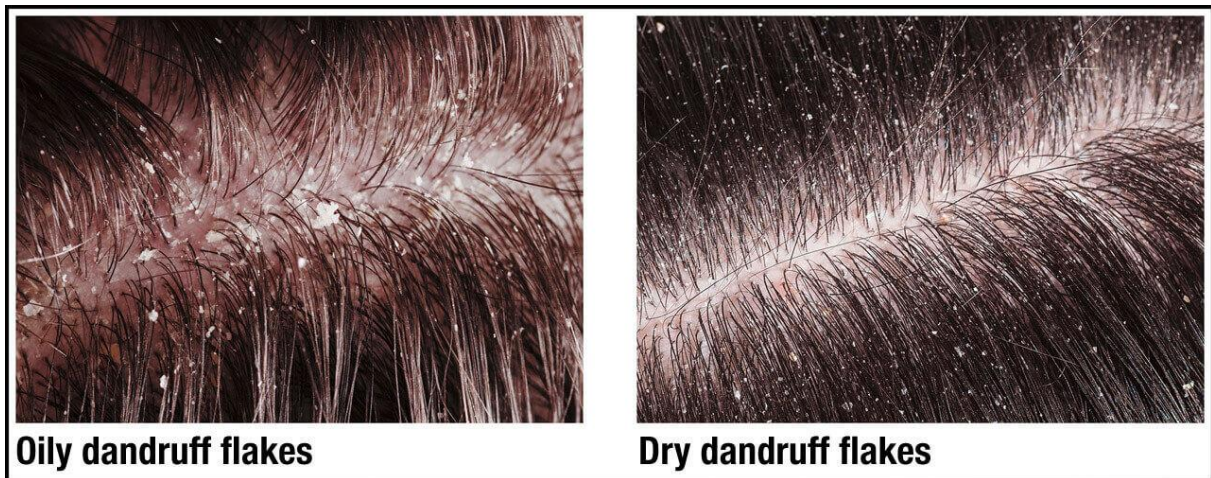


*4. ábra: Korpás fejbőr*

A kialakulásának pontos oka nem teljesen tisztázott, de úgy vélik külső és belső tényezők is befolyásolhatják a megjelenését. A külső tényezők közé sorolható a higiénia hiánya, a környezetből származó szennyezők és a túl sok kozmetikum, például hajspray vagy gél használata. A belső tényezők közé tartoznak a bakteriális és gombás elváltozások, a stressz, a hormonális egyensúly felborulása, illetve az egészségtelen táplálkozás is. [12]

A szakirodalmak többsége a seborrheás dermatitishez köthető úgynevezett zsíros korpát tárgyalja. A korpának van egy másik fajtája is, amit száraz korpaként ismerünk. A fejbőrön a túl alacsony faggyútermelésnek köszönhetően, lecsökkenhet a stratum corneum lipidtartalma, így a védelemi funkció is. A bőr veszít a nedvességtartalmából, és ennek köszönhetően hámlani kezd. A hámló pikkelyek mennyiségében nincs különbség a korpá két fajtája között, ám a színben és méretben látunk eltéréseket. A száraz korpánál kisebb méretű, fehér színű

darabokban, a zsíros korpánál pedig a nagyobb méretű, akár sárgás színű pikkelyek formájában hámlik a fejbőr. [14] (5. ábra)



*5. ábra: Bal oldali kép: Zsíros kopa. Jobb oldali kép: Száraz kopa*

## 5. A seborrheás dermatitis

A seborrheás dermatitis egy krónikus, gyulladással járó bőrbetegség. Nem csak fejbőrön jelentkezhet, hanem más, úgynevezett seborrheás területeken is, mint az arc vagy a mellkas.

A betegség jellemzője, hogy vörös, gyulladt foltok jelennek meg a fejbőrön, és az erőteljes, zsíros hámlás és a viszketés sem ritka. Gyakran előfordul, hogy a tünetek elmúlása után újra kiújulnak a tünetek és hosszútávon akár hajhullást is okozhat. (6. ábra)

A seborrheás dermatitis globális prevalenciája körülbelül 5%, leggyakrabban a serdülő és időskorú férfiakat érinti. A faggyúmirigyek működését az androgén hormonok fokozhatják, ennek köszönhető, hogy a férfiaknál gyakoribb, mint a nőknél. Nők esetében a terhesség és a menopauza okozta hormonszint ingadozások megnövelhetik a tünetek megjelenésének kockázatát. Ismert rizikófaktorai a férfi nem, a neurológiai betegségek (például Parkinson-kór), az immunhiányos állapot (HIV, hepatitis C), a D-vitamin hiány és a metabolikus szindróma. A korpához hasonlóan az egyéni fogékonyság szintén szerepet játszik. [15]



6. ábra: Seborrheás dermatitis a fejbőrön

## 5.1. A korpá és a seborrheás dermatitis patomechanizmusa

A korpá és a seborrheás dermatitis kialakulásban négy fontos tényező játszik szerepet: a faggyúmirigyek túlműködése, a *Malassezia* gombák elszaporodása, a bőr védelmi funkciójának gyengülése és az immunrendszer aktiválódása, a gyulladás. [15] A nagy mennyiségű faggyúnak köszönhetően elszaporodnak a *Malassezia* gombák, különösképpen a *Malassezia globosa* és *Malassezia restricta*. A *Malassezia* gombák nem képesek a de novo zsírsavszintézisre, így a lipáz enzimeikkel a faggyú trigliceridjeit oxidálják, majd a keletkezett telített és telítetlen zsírsavak beépítik a saját sejtjeikbe. Ennek a folyamatnak köszönhetően olyan telítetlen zsírsavak is keletkeznek, mint az olajsav és az arachidonsav. Az olajsav irritálhatja a bőrt, ezáltal viszketést okoz, az arachidonsav pedig a gyulladás kialakulást segíti elő. [12] [16] A gyulladás kialakításában több gyulladásos faktor részt vesz például interleukinok, az Nf-kB és a TNF- $\alpha$ . A keratinociták rendelkeznek úgynevezett TLR2 receptorokkal, amelyek alapvetően a patogének felismerésére és az immunválasz összehangolására specializálódtak. A TLR2 receptorok képesek megkötni a gombasejtfalban található  $\beta$ -glükánt, a receptor aktiválás következtében pedig IL-23, IL-1 $\beta$ , IL-6, és TNF- $\alpha$  faktorok szabadulnak fel. Az IL-8 termelés szintén megnő a sejtekben. Az IL-8 hatására neutrofil sejtek és limfociták vándorolnak a gyulladás helyére, aminek következtében az Nf-kB aktiválódik. Az IL-23 a Th17 sejtek differenciációját segíti elő, amelyek további gyulladásos faktorokat szabadítanak fel, mint az IL-17 és az IFN- $\gamma$ . A Th17 a T helper sejtek egyik típusa, amely az egészséges bőrben elősegíti a védelmi funkció kialakítását és a keratinociták proliferációját. A T sejtek az IL-17, IFN- $\gamma$  és TNF- $\alpha$  termeléssel stimulálják a keratinociták differenciációját és a proliferációját. A gyulladásos faktorok túlzott stimuláló hatásának köszönhetően a felgyorsul a keratinocita turnover, a sejtek felhalmozódnak és nem tudnak rendesen elszarusodni. Mindez ahhoz vezet, hogy a normál, szabad szemmel nem is látható hámlás helyett, a fejbőr nagy darabokban kezd hámlani. [16] A *Malassezia* gombák egy másik mechanizmussal is elősegítik az elégtelen hámlást. Gátolják azokat az enzimeket, amelyek elvágják az elhalt sejtek közötti kapcsolatokat, így hozzájárulva a „pikkelyek” kialakulásához. [12] A korpás vagy seborrheás fejbőrön a baktériumok is előszeretettel elszaporodnak, a legjelentősebb fajok a *Staphylococcus*ok közé tartoznak. [11]

## 6. A hajhullás

A hajhullás vagy más néven alopecia a hajsálak hiányát vagy elvesztését jelenti olyan területeken, ahol normális esetben jelen vannak.

A megjelenési formáit többféleképpen is csoportosíthatjuk: lokalizált vagy diffúz, ideiglenes vagy maradandó, hegesedő vagy nem hegesedő. A lokalizált alopecia esetében a hajhullás foltokban jelenik meg, míg a diffúz esetén az egész fejbőrön egyenletes. A hegesedő és nem hegesedő alopeciák közötti különbség a hajtüszők állapotában keresendő. A nem hegesedő hajhullás esetén a hajtüszők épek maradnak, lehetővé téve azt, hogy a haj visszanőjön, viszont a hegesedő formában visszafordíthatatlan károsodást szenvednek, ami maradandó hajvesztéshez vezet. A nem hegesedő alopeciák a gyakoribb formái a hajhullásnak, ide tartozik többek között az androgén alopecia, az alopecia areata, a telogen effluvium. A hajhullásos betegek körülbelül 30%-a szenved heges alopeciától, 70% pedig a nem hegesedő típustól. A hegesedő alopeciák közül a frontális hegesedő alopecia és a lichen planopilaris érinti a legtöbb beteget. [17]

A hajhullás kialakulását kétféle folyamat is okozhatja. Az első, hogy az anagen fázis hossza lecsökken és túl nagy lesz a telogen fázisban lévő hajsálak száma. A másik lehetőség, hogy a dermális papilla vagy hajmátrix túlságosan kis méretű így nem tud megfelelő vastagságú és pigmentált hajsál nőni. [18]

### 6.1. A hajhullás diagnosztizálása

Az alopecia diagnosztizálására több módszer is rendelkezésre áll a szakemberek számára. Az egyik legkönnyebben kivitelezhető az úgynevezett húzás próba vagy „pull test”, amelynek során a szakember két ujja közé veszi a páciens körülbelül 50-60 hajsálát és nem túl erősen, de határozottan meghúzza. A tesztet akkor tekinthetjük pozitívnak alopeciára ha a húzás során hat vagy több hajsál kihullik.

A hajmosásos teszt az androgén alopecia és a telogen effluvium differenciálására alkalmas leginkább. A vizsgálat során a beteg öt napig elkerüli a hajmosást, majd megmossa a haját és a mosás közben kihullott hajsálakat összegyűjtik, megvizsgálják. Ha inkább a hosszú, terminális fázisban lévő hajsálak hullanak ki, az telogen effluviumra utal, ha a rövid, úgynevezett „vellus” hajsálak akkor valószínűleg androgén alopecia áll fent.

A trichogram vizsgálat egy jó módszer arra, hogy meghatározzák, hogy a hajhullás melyik típusa áll fent. A betegnek a vizsgálatot megelőzően körülbelül öt napig tartózkodnia kell a

hajmosástól, majd ezt követően 60-80 hajszálat eltávolítanak és mikroszkóp alatt vizsgálják. Az elemzés során értékelik hajszál és a hajhagyma morfológiai elváltozásait, és megállapítják, hogy a hajszálak hány százaléka van anagen, katagen vagy telogen fázisban.

A fejbőr dermoszkópia vagy más néven trichoszkópia szintén fontos szerepet játszik a hajhullás egyes típusainak elkülönítésében. A dermoszkóp egy kézi nagyító eszköz, amely lehetőséget nyújt a fejbőr és hajszálak közeli vizsgálatára. Megfigyelhető vele a hajszálak hossza és átmérője, illetve a hajtüszőn és a bőrön jelentkező elváltozások is. Az eszköznek már olyan változata is van, amely videofelvétel rögzítésére is alkalmas, ezáltal elősegítve a későbbi elemzést és dokumentációt. [19]

## **6.2. Az androgén alopecia**

Az androgén alopeciát tartják a hajhullás legelterjedtebb formájának. (7. ábra) Az életkor előrehaladtával egyre nagyobb gyakorisággal alakul ki, főleg férfiak esetében. Nőknél a menopauza idején, a csökkent ösztrogén szintnek köszönhetően jelentkezhet. A nemek között különbség van abban, hogy a fejbőr melyik részén jelentkezik: férfiaknál főleg a fejtető, a halánték és a homlok vonalában, a nőknél inkább a fejbőr közepén jellemző a hajszálak kihullása. [17]



*7. ábra: Androgén alopecia*

A kialakulásában főleg a genetika és az androgén hormonok játszanak szerepet. Genetikai szempontból az X-kromoszómán található androgén receptor gén változatait tartják felelősnek, a hormonok közül pedig a dihidrotesztoront szokták kiemelni. A dihidrotesztozteron a tesztoszteron metabolitja amelyet az 5-alfa reduktáz enzim állít elő. [17] [20] Az androgén

hormonok szteroid vázas hormonok, hatásukat kétféleképpen is kifejthetik. Képesek átjutni a sejtmembránon, majd a citoplazma intracelluláris receptoraihoz kapcsolódva bejutni a sejtmagba, ahol génextpressziós folyamatokat befolyásolnak. A másik lehetőség, hogy a citoplazmában vagy a sejtmembránban található androgén receptorokhoz kötődnek és protein kinázokat (például protein kináz A, protein kináz C) aktiválnak. [18] Az androgén receptorok előfordulása nem egyenletes az egész fejbőrön: a fejtetőn, a halántékon és a homlok régiójában megtalálhatóak, de a tarkó környéken hiányoznak. [17] [20] A hajtüszőn belül ezekkel a receptorokkal csak a dermális papilla sejtjei rendelkeznek. A dihidrotesztoszteronnak köszönhetően a hajtüsző sorvadása idő előtt bekövetkezik, az anagen fázis lerövidül, évek helyett csak pár hónapig vagy hétig tart. A ciklus zavarának köszönhetően a hajsálak nem tudnak rendesen kifejlődni, rövidebbek és vékonyabbak lesznek. [17] Megfigyelték, hogy akik 5-alfa reduktáz hiánnyal rendelkeznek, náluk nem alakul az ilyen típusú hajhullás. Egyes nyomelemek is összefüggést mutatnak az androgén alopeciával, a kutatások alapján a betegek körében gyakori a cink, szelén, magnézium és mangán hiány. A vashiányt is vizsgálták, viszont még nem tudták pontosan meghatározni, hogy van-e szerepe a hajhullásban vagy sem. A genetikán, a hormonokon és a nyomelemhiányon kívül az oxidatív stressz és a mikrogyulladások szintén elősegíthetik a hajhullást. [20]

Az androgén alopecia diagnosztizálására a trichoszkópiás vizsgálatot tartják az egyik a legalkalmasabb módszernek. A vizsgálat során megfigyelhető, hogy a hajsálak átmérője rendkívül változatos, az újonnan növekvő hajsálak nem elég vastagok. Megjelenhetnek olyan hullámos hajsálak, amelyek nem elég vastagok és hosszúak, hogy a terminális hajsálak közé sorolják őket, viszont nem elég vékonyak, ahhoz, hogy pihezőrzet (vellus hair) legyen. A hajtüszők csoportosulva tüszőegységeket alkotnak, amelyek egészséges fejbőrön 2-5 hajsálat tartalmaznak. Ha ezekben az egységekben lecsökken a hajsálak száma, az utalhat hajhullásra. A fejbőrön lévő sárga és barna foltok szintén az androgén alopecia jellemzője. Ezeket a foltokat a hajtüszőkben felhalmozódott faggyú és keratin okozza. A betegek 22-60%-nál figyelhető meg az úgynevezett perifollikuláris pigmentáció, ami a hajtüsző körül megjelenő színváltozást jelent. Súlyos androgén alopecia esetén figyelhető meg a „méhsejtszerű” pigmentáció (honeycomb pigmentation), illetve az apró fehér foltok megjelenése. [21]

### 6.3. Az alopecia areata

Az alopecia areata egy krónikus, immun-mediált betegség. (8. ábra) Körülbelül az emberek 2%-t érinti, mindkét nemben, gyermekeknél és felnőtteknél is egyaránt előfordul. Gyakori a családi halmozásódás, a betegség hátterében minden bizonnyal genetikai faktorok is állnak. Több altípusát is megkülönböztetjük, mint a foltos alopecia (alopecia areata), az alopecia totalis és az alopecia universalis. A legelső esetében a hajhullás különálló vagy egymással összekapcsolódó foltokban jelentkezik, amíg a másodiknál a teljes fejbőr, a harmadiknál pedig már az egész testszőrzet érintett. További két altípus az ophiasis és a sisaipho. Az ophiasis a fej szélén, a halántékon és a tarkón hullámszerűen megjelenő típusra utal, a sisaipho ennek pont az ellentétje, itt a fejbőr közepén történik a hajvesztés. [22]



8. ábra: Alopecia areata

Az alopecia areata patomechanizmusában fontos szerepet játszik az immunrendszer. A hajtüsző egy úgynevezett immunprivilegizált terület, ahol az autoimmunválasz kialakulását az MHC-I alacsony expressziója és az immunszuppresszáns molekulák gátolják. Ha ez a védelmi vonal valamilyen károsodást szenved, az könnyen gyulladáshoz, majd hajhulláshoz vezethet. Stimuláns faktoroknak (baktériumok, vírusok, gombák, stressz) köszönhetően aktiválódnak a CD 8+ NKG2D+ T sejtek, amelyek ezután interferon gamma (IFN- $\gamma$ ) termelésbe kezdenek. Az IFN-gamma pedig serkenti a hajtüsző hámsejtjeinek interleukin-15 (IL-15) termelését, az IL-15 pedig pozitív visszacsatolásként a T sejtek receptoraihoz kötődve tovább fokozza az IFN-gamma szintézisét. Az IFN-gamma segíti az autoimmunválasz kialakulását, a gyulladás pedig további immunsejteket vonz a területre. Az IFN-gamma és a IL-15 is az úgynevezett Janus kináz útvonalon termelődik, ennek az útvonalnak a gátlása egy terápiás megoldás a betegség

kezelésére. Az alopecia areata esetében lehetséges a haj regenerációja, ha a bulge régió őssejtjeit nem éri károsodás. [22]

Nagyon gyakori, hogy a fejbőrön sárga és fekete foltok jelennek meg. A sárga foltokat a hajtüszőkben felhalmazódott faggyú okozza, a fekete foltok pedig a fejbőr vonalában eltört hajszálak. Jellemzőek még az eltört hajszálak és a „felkiáltó jelre” hasonlító hajszálak is. Az utóbbiak olyan hajszálak, amelyek a distalis végükön vastagok és erősen pigmentáltak, míg a proximális végükön vékonyak és gyengén pigmentáltak. [23]

#### **6.4. A telogen effluvium**

A telogen effluvium típusú hajhullást egy konkrét inger vagy „trigger” váltja ki. Független az életkortól és a nemtől, ugyanúgy megjelenhet férfiaknál és nőknél, gyermekeknél és felnőtteknél. A kiváltó inger sokféle lehet: például stressz, krónikus betegség, súlyos fertőzés, alultápláltság, endokrin zavarok, műtét. Egyes gyógyszerek is okozhatják, mint az antidepresszánsok, antikoagulánsok, orális fogamzásgátlók és a retinoidok. Ha valaki telogen effluvium típusú hajhullástól szenved, akkor hajszálai túl hamar lépnek az anagén fázisból a katagén fázisba, majd telogén fázisba, így a hajszálak túl rövidek és vékonyak maradnak. [17] Akut és krónikus formában is megjelenhet, az akut forma csak néhány hónapig tart, míg krónikus telogen effluviumról akkor beszélünk, ha meghaladja a hat hónapot. Az akut telogen effluvium egy különleges fajtája a telogen gravidum, ami nők esetében szülés után alakul ki 2-5 hónappal később. [24]

## 7. Terápia

### 7.1. A fejbőr kezelésére alkalmas gyógyszerformák

A fejbőrbetegségek kezelésére leginkább a lokális készítmények alkalmasak. A hajas fejbőr kezelése nem a legegyszerűbb feladat, mert a haj miatt nehezen hozzáférhető ez a terület. A legelterjedtebb gyógyszerforma a sampon, amely a hajápolás legalapvetőbb készítménye, általában viszkózus folyadék formájában vagy ritkán szilárd, szappanszerű formában elérhető. Elsődleges feladata, hogy megtisztítsa a fejbőrt a faggyútól, a korpától, a környezeti szennyeződésektől és a más kozmetika termékek maradványaitól, mivel ezeket vízzel való mosással nem lehet eltávolítani. A samponok ezért tartalmaznak egy vagy akár több felületaktív anyagot, amelyek képesek ezeket a zsíros szennyeződéseket szolubizálni, így jelentősen megkönnyítve az eltávolításukat a fejbőrrel. A felületaktív anyagok közül anionos (például: nátrium-lauril-szulfát) és nemionos (például: cetil-alkohol, sztearil-alkohol vegyületek) felületaktív anyagokat is használnak. A samponok további segédanyagai közt találunk viszkozitás növelő anyagokat, pH beállítást segítő anyagokat, ko-tenzideket, illetve tartósítószeret és illatanyagokat. [25]

A samponok mellett még oldatok, gélek és habok is vannak, amelyeket a fejbőr kezelésére lehet használni. A gélek egyik jellemzője, hogy 10%-ban glicerint tartalmaznak, ami abból a szempontból előnyös, hogy a glicerin segít a bőr hidratálásában és a viszketéses tünetek enyhítésében. A habok előnyei, hogy alkalmazásuk könnyű, minimális maradékot hagynak a bőrön. A krémek és kenőcsök alkalmazása a fejbőrön nem túl kedvelt megoldás, hiszen zsíros érzetet hagyhatnak maguk után és nehéz őket lemosni. [12]

## **7.2. A korpa és a seborrheás dermatitis kezelése**

A korpára a seborrheás dermatitis enyhébb formájaként is szoktak gyakran hivatkozni, így nem meglepő, hogy a terápiájukban is sok hasonlóság van. A korpa kezelését két irányból is megközelíthetjük: kezelhetjük magát az okát (gombaellenes készítmények) vagy a tüneteket (antiproliferatív és keratolitikus hatóanyagok). A seborrheás dermatitis kezelésére szintén alkalmaznak gombaellenes hatóanyagokat a *Malassezia* megfékezésére, és hámlasztó készítményeket a hámlás elősegítésére. A korpa esetében nem vagy csak kisebb mértékben jellemző a fejbőr gyulladása, mint a seborrheás dermatitis esetében, így a seborrheás dermatitis terápiája kiegészül gyulladáscsökkentő hatóanyagokkal.

### **7.2.1. Hámlasztó hatóanyagok**

A szalicilsav egy széles körben elterjedt hámlasztó hatóanyag. A koncentrációtól függően keratoplasztikus és keratolitikus hatása is lehet: 2%-ig keratoplasztikus, 5-10%-ban keratolitikus hatású. [26] A szalicilsav komplexet képez a keratinnal, ez a komplex pedig elősegíti a hámló sejtréteg felpuhítását és hámlást. A fejbőr szárazságát is csökkenti, azáltal, hogy növeli a bőr nedvességtartalmát. Ezenfelül a szalicilsav enyhe antifungális hatással is rendelkezik. Mellékhatása lehet allergiás reakció, bőrpír vagy a bőr szárazsága. [12]

A kátrány tartalmú készítmények is alkalmasak a korpa kezelésre. A kátrány antiproliferatív és gyulladáscsökkentő hatással is rendelkezik, habár hatásmechanizmusa nem teljesen tisztázott. Hátránya, hogy fejbőr irritációt okozhat, illetve növelheti a napégés és a bőrrák kialakulásának kockázatát. A világos hajúak számára nem biztos, hogy megfelelő, mert foltot hagyhat a hajon. A korpa mellett a psoriasis kezelésére is használják. [12]

### **7.2.2. Gombaellenes hatóanyagok**

Mind a korpa, mind a seborrheás dermatitis kialakulásában fontos szerepet játszik a *Malassezia* gombák elszaporodása, ezért azok a hatóanyagok, amik ezeket a gombákat támadják, eredményesen alkalmazhatóak a tünetek enyhítésére. Az imidazol típusú antifungális hatóanyagok közül a legelterjedtebb a ketokonazol, azonban clotrimazol, climbazol vagy bifonazol tartalmú készítmények is rendelkezésre állnak. Ezek a hatóanyagok fungisztatikus hatásúak, tehát nem megölik a gombákat, hanem a szaporodásukat gátolják. A hatásukat a gombasejtfal ergoszterol bioszintézisének gátlásán keresztül fejtik ki, azáltal, hogy gátolják citokróm P450 14 $\alpha$ -demetiláz enzimet. Az ergoszterol nélkül megnő membrán fluiditása és a permeabilitása, megakadályozva a gomba normális működését és szaporodását. A fejbőr kezelésére 0,25-2%-os koncentrációjú samponokban alkalmazzák őket. Az azolok

leggyakoribb mellékhatásai az irritáció, viszketés az alkalmazás helyén. [12] A ketokonazol antiandrogén hatással is rendelkezik, képes gátolni a dihidrotesztoszteron kapcsolódását az androgén receptorokhoz. Emiatt akár adjuváns terápiaként lehetne alkalmazni androgén alopeciában, habár ennek igazolására még nincs elegendő adat. [21] Súlyos seborrheás dermatitis kezelése során előfordul, hogy lokális készítmények nem elég hatékonyak, így orális terápiára van szükség. Napi 200 mg ketokonazol szedése hatékony a tünetek csökkentésében, viszont hepatotoxikus hatása miatt nem a legbiztonságosabb. Helyette alkalmazható az itrakonazol szintén 200 mg-ban, amely ugyanúgy hatékony, de kevésbé káros a májra nézve. [11]

A cink pirition egy gyakran használt gombaellenes hatóanyag a korpa és a seborrheás dermatitis kezelésében, általában 0,5-2% koncentrációjú samponok formájában. A hatásmechanizmusa összetett. Extracellulárisan a cink pirition réz piritionná alakul, majd bejut a gombasejtbe. A réz képes olyan enzimeket inaktiválni, amelyek kulcsfontosságúak a mitokondrium energia termeléséhez. Emellett a cink pirition képes megakadályozni a tápanyagok bejutását a sejtbe és a génexpressziót is befolyásolja. Kevés mellékhatással rendelkezik, ritkán allergiás reakciók fordulnak elő, ami kiütésekkel, nehézlégzéssel járhat. [12] [27]

A szelén diszulfid a túlzott hámlás és irritáció csökkentésére használható. Befolyásolja az epidermisz sejtjeinek DNS szintézisét, csökkenti a timidin beépítését, ennek köszönhetően pedig csökken a keratinocita turnover. Ezenkívül csökkenti a stratum corneum sejtjeinek adhézióját, antibakteriális és enyhe antifungális hatással is rendelkezik. [12] Egy 2023-as kutatásban a négy héten keresztül heti háromszor használtak a korpától vagy seborrheás dermatitistől szenvedő páciensek szelén diszulfid tartalmú sampont. A kezelés végére a minden vizsgált személy állapotában javulást tapasztaltak, jelentősen csökkent a bőrpír, az irritáció, a hámlás és viszketés mértéke is. A páciensek 97,9%-a elégedettnek bizonyult a sampon hatásával. [28]

A piroctone olamin szintén egy antifungális hatóanyag, amely a hatását a gombasejtek energiatermelését gátolja a mitokondriumban. Másik hatása, hogy megakadályozza a faggyú trigliceridjeinek hasítását, ezáltal az arachidonsav és olajsav termelődését. [12]

### **7.2.3. A kortikoszteroidok**

Az antifungális hatóanyagok mellett a kortikoszteroidok is első vonalbeli terápiának számítanak a seborrheás dermatitis kezelésében. Szerkezetüknek köszönhetően képesek átjutni a sejtmembránon és citoplazmában intracelluláris receptorokhoz kapcsolódni. A receptorok segítségével bejutnak a sejtmagba, ahol génexpressziós folyamatok befolyásolnak, ezáltal csökkentik a gyulladásos faktorok termelődését. A seborrheás dermatitis terápiájában többek között a következő szteroid hatóanyagokkal találkozhatunk: hydrocortisone, betametasone dipropionate, clobetasole propionate és a fluocinolone acetonide. A hydrocortisone a gyengébb szteroidok közé tartozik, a betegek olyan kenőcsök és krémek formájában találkozhatnak vele, amelyek 1%-ban tartalmazzák ezt a hatóanyagot. Hatékonysága körülbelül megegyezik más seborrheás dermatitis kezelésében alkalmazott hatóanyagokkal, mint a ketokonazol vagy a tacrolimus. A betametasone egy erősebb szteroidnak számít, amit 0,05%-ban használnak oldatokban, krémekben, gélekben és habokban is. Általában csak rövid ideig alkalmazzák őket, amikor a tünetek kiújulnak, mivel hosszantartó alkalmazásuk mellékhatásokhoz vezethetnek. [29] [11]

### **7.2.4. A calcineurin-inhibitorok**

A calcineurin-inhibitorok (például: tacrolimus, pimecrolimus) másodvonalbeli szerekeknek számítanak a seborrheás dermatitis terápiájában. A kortikoszteroidokhoz hasonlóan csökkentik a gyulladásos tüneteket, emellett pedig immunszuppresszáns hatással is rendelkeznek, így előszeretettel alkalmazzák őket autoimmun betegségekben is. [29] Ahogy nevük is mutatja, a calcineurin fehérje működését gátolják, amely számos jelátviteli útvonalon működésében részt vesz, beleértve a T-sejt aktivációt is. A citoplazmába bejutva egy immunophilin nevű specifikus citoplazma receptorhoz kötődnek, majd ez a gyógyszer-receptor komplex inaktiválja a calcineurint. Ennek köszönhetően lecsökken a gyulladásos faktorok termelése és T-sejtek aktivációja is. [30] A tacrolimus és a pimecrolimus az immunszuppresszáns és gyulladáscsökkentő hatásán kívül az antifungális hatással is rendelkezik, kifejezetten a Malassezia fajok ellen. A calcineurin gátlása miatt a gombasejtekben akadályozottá válik a jelátviteli útvonalak működése, és ezáltal a gombák növekedése is. A calcineurin-inhibitorok hatékony és biztonságos alternatívák, ha az első vonalbeli szerekek kontraindikáltak vagy nem hatékonyak. [29]

## 7.3. A hajhullás kezelése

### 7.3.1. Az antiandrogén hatóanyagok

Az antiandrogén hatóanyagok két csoportját is alkalmazzák az androgén alopecia kezelésére: az 5-alfa-reduktáz inhibitorokat és az androgén receptor antagonistákat. Az 5-alfa reduktáz inhibitorok (például finaszterid, dutaszterid) az 5-alfa reduktáz enzim gátlásán keresztül fejtik ki a hatásukat, megakadályozva így a tesztoszteron dihidrotesztoszteronná való átalakulását. A csökkent dihidrotesztoszteron szint pedig elősegíti a hajnövekedést és csökkenti a hajhullást. A finaszterid szelektíven csak az enzim 2-es típusú izoformáját gátolja, amíg a dutaszterid az 1-es és 2-es típust is gátolja. A terápiában a finaszterid szokott lenni az első választás, mivel a dutaszterid esetében nagyobb az esélye, hogy mellékhatások alakulnak ki. A leggyakoribb mellékhatások a szexuális diszfunkció, gynecomastia, a szorongás és a depresszió. Nők esetében is hatékonyak ezek az enzimgátlók, de a hormonháztartás túlzott befolyásolása miatt nem engedélyezett a használatuk. A finaszteridet és a dutaszteridet elsősorban orális formában alkalmazták, ami ugyan hatékony terápia volt, de a mellékhatások miatt a betegek nem tolerálták jól. Az alternatívaként kifejlesztett lokális készítmények (például finaszterid tartalmú spray) kevesebb szisztémás mellékhatással rendelkeznek, és leggyakoribb mellékhatásaik az alkalmazás helyén előforduló égő érzés, irritáció vagy kontakt dermatitis. A finaszteridet kombinációban is alkalmazhatják az androgén alopecia kezelésére, például minoxidillel.

Az androgén receptor antagonisták közül a leggyakrabban a spironolakton, a flutamid, a bicalutamid és a ciproteron acetát hatóanyagokat alkalmazzák hajhullás kezelésére. Az androgén receptor antagonisták kompetitíven gátolják a dihidrotesztoszteron kötődését a receptorhoz, így a dihidrotesztoszteron nem tudja befolyásolni a hajnövekedést. A spironolakton az egyik legerősebb antagonistá, amely a receptor gátlásán kívül enyhe 5-alfa reduktáz inhibitor hatással is rendelkezik. Hatékonyan kezelhető vele a hajhullás férfiak és nők esetében is, más hatóanyagokkal kombinálva pedig még tovább növelhető a hatékonysága. Az orálisan alkalmazott spironolakton és a lokális minoxidil kombinációja jól tolerálható és hatásos kezelésnek bizonyult androgén alopeciától szenvedő nők esetében. Az orális terápiánál egy biztonságosabb és fenntarthatóbb lehetőség a lokális készítmények alkalmazása, férfiak és nők esetében is. [18]

### **7.3.2. A proszttaglandin-analógok**

A latanoprost és bimatoprost proszttaglandin F2-alfa analóg hatóanyagok. Elsősorban a glaucoma elleni szemcseppekben használják őket, és ezen készítmények alkalmazásakor figyeltek fel arra a mellékhatásra, hogy fokozódhat a szőrnövekedés a szempillákon és a szemöldökön. [22] Azt feltételezik, hogy a proszttaglandin-analógok képesek megnövelni az anagen fázis hosszát, illetve emelik a sejtciklust szabályozó faktorok és VEGF (Vascular Endothelial Growth Factor) szintjét. Ez elősegíti a sejtosztódást, és ezáltal a hajnövekedést is. A VEGF egy angiogenezist indukáló növekedési faktor, ami hozzájárul ahhoz, hogy a hajtüszők oxigén- és tápanyagellátásának növeléséhez. [18] Több tanulmány is született annak érdekében, hogy meghatározzák milyen hatékonysággal lehetne alkalmazni a proszttaglandin analógokat az alopecia areata kezelésében. Egy 2021-es kutatásban, a páciensek egyik csoportjának fejbőrét 0,005%-os latanoprost oldattal, míg egy másik csoportot 0,05% betametason diproprionate tartalmú készítménnyel kezeltek. Az összehasonlító vizsgálat eredménye alapján a latanoprost egy kevésbé hatékony, de biztonságosabb alternatívának bizonyult a kortikoszteroiddal szemben. Egy másik kutatásban szintén proszttaglandin-analógot hasonlítottak össze szteroid hatóanyaggal. A bimatoprost hatóanyaggal jobb eredményeket értek el, mint a mometasone furoate krémmel, de fontos kiemelni, hogy ez valószínűleg annak köszönhető, hogy a mometasone furoate kevésbé hatékony lokális szteroid, mint a betametason diproprionate. [31]

### **7.3.3. A minoxidil**

A minoxidilt eredetileg hypertonia kezelésére használták, értágító hatásának köszönhetően. Ennek a gyógyszernek a hypertrichosis, azaz túlzott szőrnövekedés volt az egyik mellékhatása, ami miatt elkezdtek kutatni, hogy alkalmazható-e hajhullás kezelésére. Ma már széles körben alkalmazzák a bőrgyógyászok is, mivel kedvező hatással van a hajnövekedésre és csökkenti a hajhullást. A pontos hatásmechanizmusának feltárása még a kutatók előtt áll, de úgy vélik a minoxidil képes befolyásolni az androgén receptorok és a kálium csatornák működését, illetve hatással van a proszttaglandin szintézisre, az endothelin-1 működésének szabályozására és a vaszkuláris endotheliális növekedési faktor expressziójára. [32] A dermális papilla androgén receptoraihoz kötődve, megakadályozza a peptidok és szabályozó molekulák kötődését, illetve csökkenti a receptor fehérjék stabilitását. [18] Az érfal simaizomsejteinek ATP-szenzitív kálium csatornáit is képes megnyitni, hiperpolarizálva ezzel a sejtmembránt, ami hozzájárul vasodilatatio létrejöttéhez. Így a dermális papilla vérállatása megnő, több oxigénhez, tápanyaghoz és növekedési faktorhoz jut. A minoxidil az egészséges hajciklus visszaállítását is elősegíti. Az olyan proszttaglandinok szintézisének fokozásával, mint a proszttaglandin E2 és

leukotrién B4 segít fenntartani az anagen fázist és csökkenti a telogen fázis hosszát. A minoxidil az immunrendszer működését is befolyásolja, gátolja a T-sejtek aktivitását. [32]

Lokális és orális minoxidil tartalmú készítményeket is alkalmaznak a terápiák során. A lokális kezelés esetén az oldat és hab kedvelt gyógyszerformák, ezek általában 2-5%-ban tartalmazzák a hatóanyagot. Elsősorban az androgén alopecia kezelésére használják, de „off-label” alkalmazása az alopecia areata, a hegesedő alopecia és más hajhullással járó betegségek kezelésében is hatásosnak bizonyult. A lokális alkalmazás során kis mennyiségű (kevesebb mint az alkalmazott mennyiség 1%-a) minoxidil felszívódik és eljut a szisztémás keringésbe. A minoxidil egy úgynevezett prodrug, tehát a hatóanyag aktív formája metabolizáció útján jön létre a szervezetben. Az átalakítást a szulfotranszferáz enzimek végzik, elsősorban a májban, így létrehozva az értágító hatásért felelős aktív metabolitot, a minoxidil-szulfátot. Mellékhatásként előfordulhat fejbőr irritáció, allergiás reakció vagy hipertrichosis. Az utóbbit jelentősen befolyásolja a hatóanyag koncentrációja, ezért fontos, hogy 5%-ot ne lépje túl a minoxidil koncentrációja a készítményben. [33]

Több kutatás alapján is levonható az a következtetés, hogy a minoxidil nagyobb hatékonysággal rendelkezik, ha kombinációs terápiában alkalmazzák a monoterápia helyett. Gyakran kombinálják például az antiandrogén hatású finaszteriddel, mivel a két hatóanyag között szinergizmus áll fent, azaz erősítik egymás hatását. [18] Egy kettő vak vizsgálat során, a 0,25% finaszterid és 3% minoxidil tartalmú oldat hatékonyságát és biztonságát vizsgálták. Azoknál a betegeknél, akiknél ezt a kombinációs készítményt alkalmazták szignifikánsan jobb eredményt értek el, mint azoknál, akik csak minoxidilt kaptak. [34]

#### **7.3.4. Az immunszuppresszánsok**

Az immunszuppresszánsokat leginkább az alopecia areata kezelésében alkalmazzák, mivel a hajhullás ezen típusának hátterében autoimmun folyamatok állnak.

A kortikoszteroidok ebben a terápiában is megjelennek, a gyógyszer beviteli útja lehet lokális, szisztémás és intralaesionális. Lokálisan a clobetasone propionate tartalmú, szisztémásan pedig a prednisolone és methylprednisolone tartalmú készítményeket választják leggyakrabban. Az intralaesionálisan a triamcinolone acetone injekció egy hatékony megoldás a hajnövekedés serkentésére. A kortikoszteroidokkal való terápia általában 2-4 hónapig tart, ha 6 hónap után nincs javulás, a kezelést megszakítják. Hosszútávú terápiára nem alkalmasak, mivel könnyen kialakulnak mellékhatások, mint például bőr atrófia. [22] [35]

A Janus-kináz inhibitorok egy viszonylag új terápiás megoldásnak számítanak az autoimmun betegségek terápiájában. A Janus-kináz (JAK) enzimek az intracelluláris tirozin kináz enzimek közé tartoznak, négy típusuk ismert: JAK1, JAK2, JAK3 és TYK2. Aktiválódásukhoz elengedhetetlenek a citokinek, amelyek a sejtmembránban található specifikus receptorokhoz kapcsolódva, a receptor konformáció változását és ezáltal a JAK enzimek foszforilációját eredményezik. A foszforilálódott JAK enzimekkel a STAT enzimek komplexet képeznek. A komplex leválik a receptorról, bejut a sejtmagba, ahol meghatározott gének expresszióját aktiválja. Mivel ez az úgynevezett JAK-STAT útvonal kulcsfontosságú a gyulladás kialakulásában, így annak gátlása a gyulladás csökkenését eredményezi. [36] Az alopecia areata kezelése során a tofacinitib, baricitinib és ruxoitinib hatóanyagokat használják, mint JAK inhibitorokat. Számos kutatás született annak érdekében, hogy feltérképezzék a JAK inhibitorok biztonságosságát, illetve hatékonyságát. [22] Egy nyílt vizsgálat során, 3 hónapon keresztül napi 2x5 mg tofacinitib citrate tartalmú gyógyszert kaptak a súlyos alopecia areatától, alopecia universalistól, vagy alopecia totalistól szenvedő betegek. A kezelésre a páciensek 64%-a reagált, 32%-nál pedig a hajvesztés mértéke 50 vagy ennél magasabb százalékkal mérséklődött. A javulás viszont nem volt tartós, mert a kezelés leállítását követően a hajhullás újra megjelent. [37] A ruxolitib és baricitinib is hasonlóan hatékony terápiának bizonyultak. Egy nyílt vizsgálat során 12 betegnek 20 mg ruxolitibot adtak orálisan 6 hónapig, és a kezelt személyek 75%-nál jelentős javulást értek el. [38] A baricitinib hatékonyságát egy kettős vak, placebo kontrollált kutatásban vizsgálták. A kutatásban résztvevő 110 beteget négy csoportba osztották: az első csoport placebot kapott, a második 1 mg, a harmadik 2 mg, a negyedik pedig 4 mg baricitinib tartalmú gyógyszert. Az eredmények azt mutatják, hogy a 2, illetve a 4 mg-os dózis jobban elősegítette a hajnövekedést, mint a placebo vagy az 1 mg-os kezelés. [39] Mindhárom hatóanyagot jól tolerálható, biztonságos gyógyszerként jellemezték, a vizsgálatok során kevés mellékhatásról számoltak be. Az egyik leggyakoribb mellékhatás, hogy a kezelt személyek fogékonyabb lesznek a fertőzésekre, könnyebben kialakulhat náluk például légúti vagy húgyúti fertőzés, mivel ezek a hatóanyagok gátolják az immunrendszer normális működését. A JAK inhibitorokat egyelőre csak szisztémásan tudták eredményesen alkalmazni, de vannak már kutatások arra, hogy hogyan lehetne őket lokálisan alkalmazni, és így csökkenteni szisztémás mellékhatások kialakulásának veszélyét. [22]

### **7.3.5. A koffein**

A koffein egy metilxantin-származék, amelyet központi idegrendszer stimuláló hatása miatt alkalmaznak a gyógyászatban. Orálisan alkalmazva a fájdalomcsillapítók hatását képes potenciózni, lokálisan alkalmazva pedig a hajhullás, azon belül az androgén alopecia kezelésében bizonyult ígéretes terápiás megoldásnak.

A koffein hatásmechanizmusa komplex, több molekuláris és sejtszintű folyamatot foglal magába. Foszfodiészteráz enzim inhibitoraként gátolja a cAMP elbontását, a megnövekedett cAMP szint pedig elősegíti a fejbőr és a hajtüszők sejtjeinek az osztódását. A koffein értágító hatással is rendelkezik, ami annak köszönhető, hogy képes az adozin receptor A1 és A2A szubtypusaihoz kapcsolódni, mint antagonistá. A vasodilatatio növeli a fejbőr vérellátását, a sejtek több oxigénhez és tápanyaghoz jutnak. Emellett még az IGF-1 faktor expresszióját is növeli, ami hozzájárul az anagen fázis fenntartásához, így elősegítve a hajnövekedést. A koffein antioxidáns hatóanyag is egyben, semlegesíti a káros szabad gyököket és csökkenti az oxidatív stresszt. [40]

A koffein egy kis molekulatömegű, hidrofil molekula, ezért egy ideig úgy tartották, hogy a stratum corneumon keresztül könnyen bejut a bőrbe. Viszont amikor jobban megvizsgálták kiderült, hogy a hajtüszőkön keresztül gyorsabb a felszívódása. A hajtüsző egy ideális rezervoár, mivel kapillárisokban és őssejtekben is gazdag, illetve a fejbőrrel ellentétben nincs hámlás és nem lehet lemosni a hatóanyagot. Nagy előnye, hogy a hatóanyag hosszútávon, akár 48 órán keresztül is elérhető maradhat itt. [40]

A koffeintartalmú samponok, oldatok, szérumok és habok hatékonyságát a hajhullás kezelésében még kutatják. [40] Még kevés az olyan tanulmány, amiben összehasonlítják más alopecia kezelésére szánt hatóanyaggal. Egy 2017-es kutatásban a 0,2%-os koffein-alapú oldat hatékonyságát vizsgálták 5%-os minoxidil oldattal szemben androgén alopeciától szenvedő férfiakon. A vizsgálat 6 hónapig tartott, és a koffein hatékonysága pedig csak egy kis mértékkel maradt el a minoxidil mellett. A koffein egy jól tolerálható, kevés mellékhatással rendelkező természetes alternatíva lehet a hajhullás kezelésében. [41]

### **7.3.6. A vérlemezkedűs plazma**

A vérlemezkedűs plazma (platelet rich plasma, PRP) egy olyan autológ vértermék, amely nagy koncentrációban tartalmaz vérlemezkéket, növekedési faktorokat, adhéziós faktorokat és immunsejteket. A vérlemezkék és adhéziós faktorok (pl.: fibrin) elősegítik a sebgyógyulást és regenerációt, a növekedési faktorok pedig a fokozzák sejtosztódást, illetve az angiogenezist. Az

autológ terápia egyik előnye, hogy a beteg a saját levett véreből készült plazmát kapja vissza injekció formájában, így a mellékhatások minimalizálhatók. [42] Az androgén alopecia és az alopecia areata esetében is készültek olyan kutatások, amelyben PRP-t alkalmaztak, de hatékonysága jelenleg vitatott. [43]

### **7.3.7. A botulinum toxin**

A botulinum toxint nemcsak a kozmetikai iparban használják ránctalanító kezelések során, hanem a gyógyászati felhasználásai is vannak. Ahogy neve is mutatja, ez egy mérgeanyag, amelyet a *Clostridium botulinum* baktérium termel. Nagyon effektív izomrelaxáns, hatását az idegsejtek szinaptikus kapcsolatainak blokkolásán keresztül fejt ki, ezáltal gátolva az ingerületátvitelt és az izmok összehúzódását. Hatása tartós, de nem örökké áll fent, mert az idegsejtek új szinaptikus kapcsolatok képesek létrehozni a régiek helyett. A botulinum toxinnak több olyan hatása is van, ami miatt azt feltételezték, hogy alkalmas terápiás megoldás lehet a hajhullás kezelésére. Az izmok ellazításával növelheti a fejbőr vérellátását, illetve csökkentheti a gyulladást is mivel gátolja a JAK-STAT útvonalat és a CD4+ limfociták működését. Több klinikai vizsgálat során tesztelték, hogy milyen mértékben képes fokozni a hajnövekedést alopecia areata és androgén alopecia esetén is. A feltételezések ellenére az eredmények azt mutatták, hogy a botulinum toxin csak kis mértékben növeli a hajsálak sűrűségét mindkét hajhullás típus esetén. [44] Egy 2022-es kutatásban a telogen effluvium típusú hajhullásban szenvedő nőket vizsgáltak: egyik csoportjukat botulinum toxin A injekcióval kezelték, a másik a csoportjuk pedig multivitamin terápiában részesült. Mindkét kezelés sikeresnek bizonyult, az első és a második csoportban is hasonló mértékben növekedett páciensek hajsűrűsége. A botulinum toxin előnye, hogy már egy injekció is elég volt a pozitív hatások eléréséhez, míg a multivitamin terápia esetén több kezelési alkalom volt szükséges. [45] A botulinum toxin jelenlegi adatok szerint nem elég hatékony, hogy az androgén alopecia vagy az alopecia areata terápiájában alkalmazzák, viszont az elhúzódó telogen effluviumnak potenciális terápiája lehet.

## **8. Gyógynövények alkalmazása a hajas fejbőr kezelésére**

### **8.1. A rozmaring**

A rozmaring (*Rosmarinus officinalis*) egy közismert és közkedvelt gyógynövény, amelynek pozitív hatásai már az ókor óta ismertek. Csökkenti a gyulladást, jó antioxidáns és az UV-védelmet is elősegíti. Hatékony gombák ellen is, főleg a *Candida* fajokkal szemben. A rozmaring olaj alkalmazása a fejbőrön elősegíti a hajnövekedést, bizonyítottan alkalmazható androgén alopecia esetén. A rozmaring olaj egyik összetevője a 12-metoxi-karnosinsav, amely antiandrogén hatásokkal rendelkezik, képes gátolni az 5-alfa-reduktáz enzim működését. Javítja a fejbőr vérrellátását és gyulladáscsökkentő hatása miatt a hajtüszők perifollikuláris gyulladását is csökkenti. Egy 6 hónapos klinikai vizsgálatban a betegeket két csoportba osztották: az első csoportot 2% minoxidil tartalmú készítménnyel, a második csoportot rozmaring olajjal kezelték. A vizsgálat célja az volt, hogy meghatározzák a rozmaring olaj hatásosságát androgén alopeciában. Az első 3 hónapban az egyik csoportban sem tapasztaltak jelentős változást, ám miután letelt a 6 hónap mindkét csoportban szignifikáns volt a hajnövekedés mértéke. Mellékhatásként fejbőr viszketést jegyeztek fel, amely minoxidillal kezelt páciensek körében volt gyakoribb. [46]

A rozmaringot nemcsak a hajhullás kezelésében, de a seborrheás dermatitis kezelésében is vizsgálták, mivel gyulladáscsökkentő és antifungális hatása miatt ígéretes terápiás megoldás lehet. Egy kettős vak klinikai vizsgálat során a betegek egyik csoportját 2% ketokonazzal, míg a másik csoportot rozmaring kivonat tartalmú készítménnyel kezelték. Három szempontból vizsgálták a kezelések hatékonyságát: mennyire csökkentette a hámlást, mennyire csökkentette a viszketést és javították-e a páciens életminőségét. A hámlást és a viszketést mind a ketokonazol, mind a rozmaring körülbelül ugyanolyan mértékben csökkentette, a viszketést a rozmaring egy kicsit nagyobb mértékben csökkentette. A betegek mindkét csoportja elégedettnek bizonyult a kezelés során elért eredményekkel és a javulással az életminőségükben. [47]

### **8.2. A teafaolaj**

A teafaolaj az ausztrál teafa (*Melaleuca alternifolia*) illóolaja, amely számtalan kedvező hatással rendelkezik. A patogének közül a baktériumokkal, gombákkal, protozoonokkal és a vírusokkal is képes felvenni a harcot, emellett pedig jó antioxidáns és a bőrrák megelőzését is segíti. Az antimikróbás hatása miatt a korpa, de akár seborrheás dermatitis kezelésére is alkalmassá teheti, mivel képes gátolni a *Malassezia* gombákat. [48] A korpa kezelésére 5%-os

sampon formájában vizsgálták egy párhuzamos csoportos vizsgálatban. A teafa olaj tartalmú készítménnyel résztvevők 41%-nál érték el javulást, míg a placeboval csak 11%-nál. Jobban csillapította a viszketést, de a hámlást nem csökkentette jelentősen. [49] Egy másik tanulmányban a minoxidil, a diklofenák és a teafaolaj kombinációjának hatékonyságát a vizsgálták androgén alopeciában. A résztvevők első csoportját olyan készítménnyel kezelték, amely minoxidilt, diklofenákot és teafaolajat is tartalmazott, a másodikat csak minoxidillal, a harmadik csoportot pedig placeboval. [50] A legjobb eredményeket a kombinációs készítménnyel érték el, és a páciensek is azzal voltak a legelégedettebbek. A teafaolaj hatékonyságáról a seborrheás dermatitis és a hajhullás terápiájában nincs elég adat, viszont a korpa tüneteit segíthet csökkenteni.

## 9. Összefoglalás

A korpá, a seborrheás dermatitis és a hajhullás rengeteg embert érintő kórképek világszerte, de a megfelelő terápia megválasztásával a tünetek jelentősen mérsékelhetők.

A hajás fejbőr jelentős szerepet játszik a hőszabályozásban, az immunrendszer működésében, illetve az UV- és patogének elleni védelemben. Egyik legfontosabb része a pilosebaceous egység, amely a hajtüszőből, faggyúmirigyből és a szőrmerevítő izomból tevődik össze. A haj növekedésére egy ciklikus folyamat, amelynek zavarai könnyen vezethet a hajsűrűség csökkenéséhez.

A korpát a seborrheás dermatitis enyhébb formájaként szokták jellemezni, de mindkettő kialakulásában fontos szerepet játszik a Malassezia gombák túlzott elszaporodása és a faggyúmirigyek túlműködése. Leggyakoribb tüneteik a fejbőr túlzott hámlása, a viszketés és a seborrheás dermatitis esetében a bőr gyulladása. Mindkettő terápiájában alkalmaznak hámlasztó és gombaellenes hatóanyagokat, az antifungális szerek közül a legelterjedtebb a ketokonazol. A gyulladás csökkentésére kortikoszteroidokat és calcineurin-inhibitorokat alkalmaznak.

A hajhullás különböző típusai eltérő patomechanizmussal rendelkeznek, azonban közös bennük, hogy a hajszálak elvesztésével jelentősen befolyásolják az érintettek életminőségét. Az androgén alopecia esetében a hajhullást többek között a dihidrotesztoszteron megnövekedett szintje okozza, ezért a terápiában gyakran szerepelnek az antiandrogén hatóanyagok és az androgén receptor antagonisták. Az alopecia areata egy autoimmun betegség, így a kezelésében azok a készítmények bizonyultak hatékonynak, amelyek az immunrendszer működését csökkentik, mint a kortikoszteroidok vagy a Janus-kináz inhibitorok. A fejbőr vérellátásának növelése is segít megfékezni a hajhullást és elősegíteni a hajnövekedést. A minoxidil, a koffein és a botulinum toxin más-más hatásmechanizmussal rendelkeznek, de közös bennük, hogy értágító hatásuknak köszönhetően növelik a fejbőr tápanyagellátását. A hatóanyagokat kombinációban is alkalmazzák, ami növelheti hatékonyságukat (például minoxidil és finaszterid).

A hajás fejbőr kezelése gyógynövény alternatívák is léteznek, mint például a rozmarying vagy a teafa kivonatot tartalmazó olajok.

## **10. Köszönetnyilvánítás**

Szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Dr. Siposné Dr. Fehér Pálma Eszternek, aki figyelmembe ajánlotta ezt a témát és segítséget nyújtott diplomamunkám elkészítésében.

## 11. Irodalomjegyzék

- [1] Tajran J, G. A. (2023). Anatomy, Head and Neck, Scalp. *In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing;.*
- [2] Yousef H, A. M. (2025). Anatomy, Skin (Integument), Epidermis. *In: StatPearls. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL).*
- [3] Natarelli, N., Gahoonia, N., & Sivamani, R. K. (2023). Integrative and Mechanistic Approach to the Hair Growth Cycle and Hair Loss. *Journal of Clinical Medicine, 12*(3), 893. <https://doi.org/10.3390/jcm12030893>
- [4] Lin, X., Zhu, L., & He, J. (2022). Morphogenesis, Growth Cycle and Molecular Regulation of Hair Follicles. *Frontiers in cell and developmental biology, 10*, 899095. <https://doi.org/10.3389/fcell.2022.899095>
- [5] Fernandes, C., Medronho, B., Alves, L., & Rasteiro, M. G. (2023). On Hair Care Physicochemistry: From Structure and Degradation to Novel Biobased Conditioning Agents. *Polymers, 15*(3), 608. <https://doi.org/10.3390/polym15030608>
- [6] Cologne, Germany: Institute for Quality and Efficiency in Health Care (IQWiG); 2006-. In brief: What is the structure of hair and how does it grow? [Frissítve: 2023. január 11.]. InformedHealth.org <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK546248/>
- [7] Isom, M., & Desaire, H. (2024). Skin Surface Sebum Analysis by ESI-MS. *Biomolecules, 14*(7), 790. <https://doi.org/10.3390/biom14070790>
- [8] Zouboulis, C. C., Coenye, T., He, L., Kabashima, K., Kobayashi, T., Niemann, C., Nomura, T., Oláh, A., Picardo, M., Quist, S. R., Sasano, H., Schneider, M. R., Töröcsik, D., & Wong, S. Y. (2022). Sebaceous immunobiology - skin homeostasis, pathophysiology, coordination of innate immunity and inflammatory response and disease associations. *Frontiers in immunology, 13*, 1029818. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.1029818>
- [9] Shah, R. R., Larrondo, J., Dawson, T., & Mcmichael, A. (2024). Scalp microbiome: a guide to better understanding scalp diseases and treatments. *Archives of dermatological research, 316*(8), 495. <https://doi.org/10.1007/s00403-024-03235-2>
- [10] Grimshaw, S. G., Smith, A. M., Arnold, D. S., Xu, E., Hoptroff, M., & Murphy, B. (2019). The diversity and abundance of fungi and bacteria on the healthy and dandruff affected human scalp. *PloS one, 14*(12), e0225796. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0225796>
- [11] Leroy, A. K., Cortez de Almeida, R. F., Obadia, D. L., Frattini, S., & Melo, D. F. (2023). Scalp Seborrheic Dermatitis: What We Know So Far. *Skin appendage disorders, 9*(3), 160–164. <https://doi.org/10.1159/000529854>

- [12] M. Narshana and P. Ravikumar (2018) „AN OVERVIEW OF DANDRUFF AND NOVEL FORMULATIONS AS A TREATMENT STRATEGY,” *IJPSR* [http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.9\(2\).417-31](http://dx.doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.9(2).417-31)
- [13] Sheth, U., & Dande, P. (2021). Pityriasis capitis: Causes, pathophysiology, current modalities, and future approach. *Journal of cosmetic dermatology*, 20(1), 35–47. <https://doi.org/10.1111/jocd.13488>
- [14] Yoon, J. S., Shim, J., Lim, J. M., & Park, S. G. (2021). Biophysical characteristics of dandruff-affected scalp categorized on the basis of sebum levels. *Journal of cosmetic dermatology*, 20(3), 1002–1008. <https://doi.org/10.1111/jocd.13626>
- [15] Turchin, I., Albrecht, L., Hanna, S., Kyritsis, D., Loo, W. J., Lynde, C. W., Prajapati, V. H., Purdy, K., Rochette, L., Wiseman, M., Wong, D., Yadav, G., Yeung, J., & Gooderham, M. (2025). Current Understanding of Seborrheic Dermatitis: Epidemiology, Burden of Disease, and Pathophysiology. *Journal of cutaneous medicine and surgery*, 29(4\_suppl), 5S–15S. <https://doi.org/10.1177/12034754251368840>
- [16] Xu, Y., & Tong, X. (2025). The dual roles of T cells and keratinocytes in seborrheic dermatitis: a narrative review. *European journal of medical research*, 30(1), 853. <https://doi.org/10.1186/s40001-025-03005-4>
- [17] Al About AM, Syed HA, Zito PM. [Frissítve: 2024. február 26.]. Alopecia. *StatPearls* <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538178/>
- [18] Sekhavat, H., Bar Yehuda, S., & Asotra, S. (2025). Using the Mechanisms of Action Involved in the Pathogenesis of Androgenetic Alopecia to Treat Hair Loss. *International journal of molecular sciences*, 26(21), 10712. <https://doi.org/10.3390/ijms262110712>
- [19] Hillmann, K., & Blume-Peytavi, U. (2009). Diagnosis of hair disorders. *Seminars in cutaneous medicine and surgery*, 28(1), 33–38. <https://doi.org/10.1016/j.sder.2008.12.005>
- [20] Oiwoh, S. O., Enitan, A. O., Adegbosin, O. T., Akinboro, A. O., & Onayemi, E. O. (2024). Androgenetic Alopecia: A Review. *The Nigerian postgraduate medical journal*, 31(2), 85–92. [https://doi.org/10.4103/npmj.npmj\\_47\\_24](https://doi.org/10.4103/npmj.npmj_47_24)
- [21] Cortez, G. L., Hassun, K., Linhares, L. R. P., Florenço, V., Pinheiro, M. V. B., & Nascimento, M. M. D. (2025). Male androgenetic alopecia. *Anais brasileiros de dermatologia*, 100(2), 308–321. <https://doi.org/10.1016/j.abd.2024.08.004>
- [22] Zhou, C., Li, X., Wang, C., & Zhang, J. (2021). Alopecia Areata: an Update on Etiopathogenesis, Diagnosis, and Management. *Clinical reviews in allergy & immunology*, 61(3), 403–423. <https://doi.org/10.1007/s12016-021-08883-0>
- [23] Gómez-Quispe, H., Muñoz Moreno-Arrones, O., Hermosa-Gelbard, Á., Vañó-Galván, S., & Saceda-Corralo, D. (2023). [Translated article] Trichoscopy in Alopecia Areata. *Actas dermo-sifiliograficas*, 114(1), T25–T32. <https://doi.org/10.1016/j.ad.2022.08.027>

- [24] Asghar, F., Shamim, N., Farooque, U., Sheikh, H., & Aqeel, R. (2020). Telogen Effluvium: A Review of the Literature. *Cureus*, 12(5), e8320. <https://doi.org/10.7759/cureus.8320>
- [25] Gavazzoni Dias M. F. (2015). Hair cosmetics: an overview. *International journal of trichology*, 7(1), 2–15. <https://doi.org/10.4103/0974-7753.153450>
- [26] Debreceni Egyetem Gyógyszerésztudományi Kar Gyógyszertechnológiai Tanszék (2017) Recepturái Gyógyszerkészítés III. rész – Anyagismeret *Debreceni Egyetemi Kiadó*
- [27] Mangion, S. E., Holmes, A. M., & Roberts, M. S. (2021). Targeted Delivery of Zinc Pyrithione to Skin Epithelia. *International journal of molecular sciences*, 22(18), 9730. <https://doi.org/10.3390/ijms22189730>
- [28] Turcu, G., Artenie, C., Nowicka, D., Arenbergerová, M., Lazaridou, E., Khobzei, K., Ataseven, A., Part, M., & Leclerc-Mercier, S. (2023). Selenium Disulfide-based shampoo applied for 4 weeks significantly improves dandruff and seborrheic dermatitis. *European journal of dermatology : EJD*, 33(S1), 19–23. <https://doi.org/10.1684/ejd.2023.4402>
- [29] Turchin, I., Albrecht, L., Hanna, S., Kyritsis, D., Loo, W. J., Lynde, C. W., Prajapati, V. H., Purdy, K., Rochette, L., Wiseman, M., Wong, D., Yadav, G., Yeung, J., & Gooderham, M. (2025). Current Understanding of Seborrheic Dermatitis: Treatment Options. *Journal of cutaneous medicine and surgery*, 29(4\_suppl), 24S–36S. <https://doi.org/10.1177/12034754251368824>
- [30] Safarini OA, Keshavamurthy C, Patel P. Calcineurin Inhibitors. [Frissítve: 2023. November 12.]. *StatPearls* <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558995/>
- [31] Bhat, S., Handa, S., & De, D. (2021). A randomized comparative study of the efficacy of topical latanoprost versus topical betamethasone dipropionate lotion in the treatment of localized alopecia areata. *Indian journal of dermatology, venereology and leprology*, 87(1), 42–48. [https://doi.org/10.25259/IJDVL\\_787\\_19](https://doi.org/10.25259/IJDVL_787_19)
- [32] Majewski, M., Gardaś, K., Waśkiel-Burnat, A., Ordak, M., & Rudnicka, L. (2024). The Role of Minoxidil in Treatment of Alopecia Areata: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of clinical medicine*, 13(24), 7712. <https://doi.org/10.3390/jcm13247712>
- [33] Hussein, R. S., Dayel, S. B., Abahussein, O., & El-Sherbiny, A. A. (2024). Applications and efficacy of minoxidil in dermatology. *Skin health and disease*, 4(6), e472. <https://doi.org/10.1002/ski2.472>
- [34] Suchonwanit, P., Srisuwanwattana, P., Chalermroj, N., & Khunkhet, S. (2018). A randomized, double-blind controlled study of the efficacy and safety of topical solution of 0.25% finasteride admixed with 3% minoxidil vs. 3% minoxidil solution in the treatment of male androgenetic alopecia. *Journal of the European Academy of*

*Dermatology and Venereology* : *JEADV*, 32(12), 2257–2263.  
<https://doi.org/10.1111/jdv.15171>

- [35] Juárez-Rendón, K. J., Rivera Sánchez, G., Reyes-López, M. Á., García-Ortiz, J. E., Bocanegra-García, V., Guardiola-Avila, I., & Altamirano-García, M. L. (2017). Alopecia Areata. Current situation and perspectives. *Alopecia areata. Actualidad y perspectivas. Archivos argentinos de pediatría*, 115(6), e404–e411.  
<https://doi.org/10.5546/aap.2017.eng.e404>
- [36] Raychaudhuri, S. P., & Raychaudhuri, S. K. (2023). JAK inhibitor: Introduction. *Indian journal of dermatology, venereology and leprology*, 89(5), 688–690.  
[https://doi.org/10.25259/IJDVL\\_8\\_2023](https://doi.org/10.25259/IJDVL_8_2023)
- [37] Kennedy Crispin, M., Ko, J. M., Craiglow, B. G., Li, S., Shankar, G., Urban, J. R., Chen, J. C., Cerise, J. E., Jabbari, A., Winge, M. C., Marinkovich, M. P., Christiano, A. M., Oro, A. E., & King, B. A. (2016). Safety and efficacy of the JAK inhibitor tofacitinib citrate in patients with alopecia areata. *JCI insight*, 1(15), e89776.  
<https://doi.org/10.1172/jci.insight.89776>
- [38] Mackay-Wiggan, J., Jabbari, A., Nguyen, N., Cerise, J. E., Clark, C., Ulerio, G., Furniss, M., Vaughan, R., Christiano, A. M., & Clynes, R. (2016). Oral ruxolitinib induces hair regrowth in patients with moderate-to-severe alopecia areata. *JCI insight*, 1(15), e89790.  
<https://doi.org/10.1172/jci.insight.89790>
- [39] King, B., Ko, J., Forman, S., Ohyama, M., Mesinkovska, N., Yu, G., McCollam, J., Gamalo, M., Janes, J., Edson-Heredia, E., Holzwarth, K., & Dutronc, Y. (2021). Efficacy and safety of the oral Janus kinase inhibitor baricitinib in the treatment of adults with alopecia areata: Phase 2 results from a randomized controlled study. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 85(4), 847–853.  
<https://doi.org/10.1016/j.jaad.2021.05.050>
- [40] Szendzielorz, E., & Spiewak, R. (2025). Caffeine as an Active Molecule in Cosmetic Products for Hair Loss: Its Mechanisms of Action in the Context of Hair Physiology and Pathology. *Molecules*, 30(1), 167. <https://doi.org/10.3390/molecules30010167>
- [41] Dhurat, R., Chitallia, J., May, T. W., Jayaraaman, A. M., Madhukara, J., Anandan, S., Vaidya, P., & Klenk, A. (2017). An Open-Label Randomized Multicenter Study Assessing the Noninferiority of a Caffeine-Based Topical Liquid 0.2% versus Minoxidil 5% Solution in Male Androgenetic Alopecia. *Skin pharmacology and physiology*, 30(6), 298–305. <https://doi.org/10.1159/000481141>
- [42] Almohanna, H. M., Ahmed, A. A., Griggs, J. W., & Tosti, A. (2020). Platelet-Rich Plasma in the Treatment of Alopecia Areata: A Review. *The journal of investigative dermatology. Symposium proceedings*, 20(1), S45–S49. <https://doi.org/10.1016/j.jisp.2020.05.002>
- [43] Cruciani, M., Masiello, F., Pati, I., Marano, G., Pupella, S., & De Angelis, V. (2023). Platelet-rich plasma for the treatment of alopecia: a systematic review and meta-

analysis. *Blood transfusion = Trasfusione del sangue*, 21(1), 24–36. <https://doi.org/10.2450/2021.0216-21>

- [44] Perez, S. M., AlSalman, S. A., Nguyen, B., & Tosti, A. (2025). Botulinum Toxin in the Treatment of Hair and Scalp Disorders: Current Evidence and Clinical Applications. *Toxins*, 17(4), 163. <https://doi.org/10.3390/toxins17040163>
- [45] Khattab, F. M., Rady, A., & Khashaba, S. A. (2022). Recent modalities in treatment of telogen effluvium: Comparative study. *Dermatologic therapy*, 35(10), e15720. <https://doi.org/10.1111/dth.15720>
- [46] Panahi, Y., Taghizadeh, M., Marzony, E. T., & Sahebkar, A. (2015). Rosemary oil vs minoxidil 2% for the treatment of androgenetic alopecia: a randomized comparative trial. *Skinmed*, 13(1), 15–21.
- [47] Sadati, M. S., Alesana, F., Hekmat, M., & Parvizi, M. M. (2024). Efficacy of Topical Rosemary Extract Lotion versus Topical 2% Ketoconazole Lotion in the Treatment of Seborrheic Dermatitis: A Double-Blind Randomized Controlled Clinical Trial. *Dermatology practical & conceptual*, 14(4), e2024242. <https://doi.org/10.5826/dpc.1404a242>
- [48] Pazyar, N., Yaghoobi, R., Bagherani, N., & Kazerouni, A. (2013). A review of applications of tea tree oil in dermatology. *International journal of dermatology*, 52(7), 784–790. <https://doi.org/10.1111/j.1365-4632.2012.05654.x>
- [49] Satchell, A. C., Saurajen, A., Bell, C., & Barnetson, R. S. (2002). Treatment of dandruff with 5% tea tree oil shampoo. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 47(6), 852–855. <https://doi.org/10.1067/mjd.2002.122734>
- [50] Sakr, F. M., Gado, A. M., Mohammed, H. R., & Adam, A. N. (2013). Preparation and evaluation of a multimodal minoxidil microemulsion versus minoxidil alone in the treatment of androgenic alopecia of mixed etiology: a pilot study. *Drug design, development and therapy*, 7, 413–423. <https://doi.org/10.2147/DDDT.S43481>

## 12. Ábragyűjtemény

1. ábra: A bőr felépítése

Forrás: <https://essentiallynatural.co.za/blogs/the-essentially-natural-blog/hair-science-part-1-hair-anatomy> (2026.01.23.)

2. ábra: A hajtüsző részei

Forrás: <https://santamonicaskin.com/medical/hair-diseases/> (2026.01.23.)

3. ábra: A haj növekedési ciklusa

Forrás: <https://www.healthline.com/health/stages-of-hair-growth> (2026.01.23.)

4. ábra: Korpás fejbőr

Forrás: <https://www.nhs.uk/conditions/dandruff/> (2026.01.23.)

5. ábra: Zsíros korpa és száraz korpa

Forrás: <https://www.alpecin.com/en-gb/scalp-problems/dandruff> (2026.01.23.)

6. ábra: Seborrheás dermatitis a fejbőrön

Forrás: <https://www.midlandsderm.com/seborrheic-dermatitis/> (2026.01.23.)

7. ábra: Androgén alopecia

Forrás: <https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/24515-male-pattern-baldness-androgenic-alopecia> (2026.01.23.)

8. ábra: Alopecia areata

Forrás: <https://www.hairpalace.hu/hajhullas/alopecia-areata/> (2026.01.23.)