

Laserová depilace

MUDr. Kateřina Klauzová

Dermatovenerologická klinika, 3. LF UK FNKV, Praha

Asklepion, Klinika a institut estetické medicíny, Praha

Nežádoucí ochlupení je jedním z nejčastějších kosmetických problémů. Existuje řada dočasných metod odstranění takového ochlupení nebo alespoň snížení jeho viditelnosti, jako je holení, bělení, vytrhávání (pinzetou, epilačními strojky, voskem) a chemická depilace. Z dalších metod je to elektrolýza, která má po opakovaném provádění potenciál k trvalému omezení růstu chloupků. K výkonu se používá elektrická pinzeta nebo jehla. Nevýhodou je bolestivost procedury a zdoluhavost. Není proto vhodná pro použití na velké plochy. Rizikem je možnost vzniku drobných jizev, zejména při použití depilační elektrické jehly. V současnosti se využívá zejména různých laserů a zdrojů světelného záření, které ovlivňují vlasový folikul (1). Jde o metody rychlé, je možno ošetření velkých ploch těla a mají potenciál k dlouhotrvajícímu až permanentnímu omezení růstu chlupů s minimálními riziky poškození kůže. Tento článek se zabývá vědeckými podklady redukce růstu chloupků a popisuje jednotlivé možnosti ovlivnění lasery.

Klíčová slova: depilace, laser, vlas, folikul, anagen, telogen, katagen, hypertrichóza, hirsutismus, intenzivní pulzní světlo, fotodynamická terapie.

Laser hair removal

Unwanted hair is a major cosmetic problem. Many temporary hair removal or cosmetic cover-up exist, including shaving, bleaching, tweezing, wax epilation and chemical depilation. Only electrolysis by needle or tweezer has offered the potential for permanent hair removal. But the technique is tedious and impractical for the treatment of large number of hair. Electrolysis by needle can produce the skin scars. Recently, a number of lasers and other light sources have been developed specifically to targeted hair follicles (1). These devices offer the potential for rapid treatment of large areas and long-lasting hair removal with minimal risk of skin side effects. This article will discuss the scientific background of laser hair removal and describe the technique of laser removal.

Key words: depilation, laser, hair, follicle, anagen, telogen, catagen, hypertrichosis, hirsutism, intensive pulse light, photodynamic therapy.

Dermatol. praxi 2009; 3(2): 83–88

Anatomie a růstový cyklus vlasového foliklu

Vlasy představují keratinizovaná kožní adnexa, která vyrůstají z vlasového folikulu. Vlasové folikuly se nacházejí na celém těle, vyjma dlaní, plosek, volární strany prstů rukou a nohou, glans penis a vnitřní strany prepucia a vnitřní strany zevního genitálu ženy.

Vlasový folikul je tvořený invaginací povrchového epitelu, v dolní části je tento epitel rozšířený do cylindrického tvaru, který se označuje jako bulbus. Směrem k povrchu kůže se další část folikulu označuje jako istmus a pokračuje v infundibulum, kterým ústí na povrch kůže. V dutině bulbu je uložena malá oblast dermis, označovaná jako dermální papila, která je tvořena mezenchymálními buňkami, cévními klíčky a četnými nervovými zakončeními. Část bulbu přiléhající k dermální papile se označuje jako zárodečná matrix, kde se buňky intenzivně dělí a dávají vznik vlasu. Anagenní folikuly leží v podkožním tuku 2–7 mm pod kožním povrchem. Do vlasového folikulu ústí mazová žláza a některých oblastech kůže i apokrinní žláza. Mezi buňkami matrix se nacházejí melanocyty.

Součástí pilosebaceózní jednotky je dále musculus arrector pili, který není přítomen

u vousů, axilárního a pubického ochlupení. Na úrovni připojení svalu k folikulu je epitelální výčlipka tzv. „bulge zóna“. Předpokládá se, že v tomto místě jsou zárodečné kmenové buňky (exprimující cytokeratin 15 a $\beta 1$ integrin), z kterých se tvoří buňky nové matrix v průběhu nového vlasového cyklu. Jsou lokalizovány zhruba 1 mm pod kožním povrchem.

Vlasový stvol je tvořen dřením (medulla), která je umístěna v centru, kůrou (cortex), která tvoří největší část vlasu a na povrchu je kryta kutikulou. Dřeň chybí u lanuga a velusového vlasu. Bývá vytvořena po celé délce vlasu jen v silných terminálních vlasech, v slabších bývá přerušovaná. V kůře dochází směrem vzhůru k postupné keratinizaci. Pigmentované vlasy obsahují granula melaninu, který je tvořen melanocyty v matrix. Kutikula vlasu je tvořena pěti až deseti překrývajících se vrstvami buněk.

Druhy vlasů

Základní dělení vlasů je na prenatální lanugo, postnatální velus, intermediální a terminální vlas. Druh vlasu tvořený daným folikulem může být změněn v souvislosti s věkem nebo pod vlivem hormonů. Lanugo představuje vlasy tenké, měk-

ké, bez dřeně a často bez pigmentu. Po 36. týdnu gestace vypadává. Po narození je tělo pokryto velusovými vlasy, které jsou jemné, místy pigmentované, tenké okolo 30 μ m. Vlasy nebývají delší než 2 cm, jsou bez dřeně. Ve kštici se již po narození mohou objevovat intermediální vlasy, které jsou přechodnými vlasy mezi vlasem velusovým a terminálním. Prvními terminálními vlasy jsou řasy a obočí. Terminální vlasy jsou delší, hrubší, sytě pigmentované, často bývají se dřeně a mají průměr až 120 μ m.

U starších dětí je pak postupně velusový vlas ve kštici nahrazován intermediálním vlasem, což způsobuje dojem větší hustoty kapilicia. Před pubertou je terminální vlas omezen na kštici, řasy a obočí. Po pubertě se vlivem hormonálních změn původně velusové vlasy či ještě intermediální ve kštici mění na terminální vlasy, shodně tak v pubické oblasti. Axilární ochlupení se poprvé objevuje asi za dva roky po začátku růstu pubického ochlupení. Vousy se u chlapců poprvé objevují zhruba ve stejné době jako axilární ochlupení, začínají v koutcích horního rtu, rozšiřují se mediálně až vzniká kompletní knír a pak se šíří na tváře a bradu. Množství terminálních vlasů se zvyšuje během doby sexuální dospělosti. Ve stáří jsou ter-

minální vlasy nahrazovány sekundárními vlasy velusovými nebo hypoplastickými, které jsou kratší, tenčí a postupně ztrácejí pigment.

Základ vlasových folikulů, distribuce i počet je u obou pohlaví stejný. Aktivace pohlavními hormony v pubertě je patrna zejména u mužů, kde je aktivováno 90 % folikulů. U žen je aktivních jen asi 35 %. Pouze za patologických okolností se i u žen vyskytuje terminální ochlupení v typicky mužských místech, v obličeji, na trupu a končetinách, kde fyziologicky je u žen pouze velusový typ ochlupení. K tomu, aby se hormonální androgenní vliv manifestoval, je nutná genetická dispozice (2).

Mezi rasami i mezi jednotlivci jsou zjištěny široké genetické rozdíly v charakteru i množství vlasů a ochlupení. Nejnápadnější rozdíly jsou patrné ve kštici. Černoši mají kudrnaté vlasy, u žluté rasy jsou vlasy silné a rovné a běloši mají řadu typů s různým stupněm zvlnění. Podle různých autorů je makroskopický vzhled vlasů dán jejich příčným průřezem. Barva vlasů je dána přítomnými melanozómy ve vlasech, které jsou produkovány melanocyty matrix folikulu a to pouze v anagenní fázi. Folikulární melanocyty produkují dva typy melaninu: eumelanin a feomelanin. Tmavé vlasy obsahují velké množství eumelaninových granul, zrzavé vlasy obsahují feomelaninová granula. V šedých až bílých vlasech obsahují melanozómy málo melaninu, díky degenerativním změnám a ubývání počtu melanocytů.

Cyklická aktivita vlasového folikulu

Vlasové folikuly netvoří vlas stále, procházejí cyklickými změnami růstu, degradace a klidu. Každý vlas roste do maximální délky, nějaký čas zůstává na místě a posléze vypadne a je obvykle nahrazen novým. Během několika měsíců po narození je u lidí vlasová výměna ve kštici více či méně synchronní, stejně jako je tomu u ztráty lanuga během intrauterinního vývoje. Ze synchronního růstu se ale postupně vytváří růst asynchronní. Každý folikul projde během života asi deset až dvacetkrát vlasovým cyklem. Trvání aktivity folikulu (anagen) se liší podle druhu jedince podle oblasti těla, věku nebo ročního období.

Folikuly produkující velusový vlas mají u lidí růstovou fázi dlouhou mezi jedním až třemi měsíci, terminální vlasy ve kštici 3–7 let. Po růstové fázi (anagen) následuje přechodná fáze, degenerace a involuce dolních dvou třetin folikulu (katagen), který trvá v lidské kštici kolem dvou až třech týdnů a poté následuje klidová fáze (telogen), která trvá asi tři měsíce. Množství vlasových folikulů ve kštici v konkrétní fázi vývoje odpovídá délce trvání jed-

Tabulka 1. Délka trvání anagenu a telogenu ochlupení na různých částech těla (1)

	% Telogenu	% Anagenu	Trvání telogenu (měs.)	Trvání anagenu (měs.)
Kštice	15	85	3–4	24–72
Obočí	90	10	3–4	1–2
Horní ret	35	65	1,5	2–5
Brada	30	70	2–3	12
Axily	70	30	3	4
Hrud'	70	30	2,5	nejsou údaje
Záda	70	30	nejsou údaje	nejsou údaje
Paže	80	20	2–4	1–3
Nohy	80	20	3–6	4–6
Genitál	70	30	2–3	1–2

notlivých fází a místě lokalizace na těle. Ve kštici je přibližně 84 % v anagenní fázi, 2 % v katagenní fázi a 14 % v telogenní fázi na rozdíl od ochlupení nohou a paží, kde je více jak 50 % v telogenní fázi. Délka vlasu je odvislá zejména od doby anagenní fáze, místa s krátkým ochlupením mají kratší dobu anagenní fáze a delší dobu telogenní. Vlasy ve kštici mají anagenní fázi dlouhou až sedm let na rozdíl od ochlupení končetin, kde je anagení fáze dlouhá maximálně sedm měsíců (tabulka 1.). Anagenní folikul produkuje vlas, který roste do maximální délky a je pevně zakotven ve vlasovém folikulu. Po ukončení růstové fáze ve folikulu začínají první projevy degenerace. Na konci anagenu vlasové folikuly postupně slábnou, pigmentace ubývá. V matrix ustává mitotická aktivita. V katagenní fázi buňky bulbu keratinizují a vytvářejí kyjovitý kořen vlasu, který se postupně posouvá ke kožnímu povrchu, kde setrvává v telogenní fázi, na jejímž konci vypadne. Tvorba nového vlasového folikulu v časném anagenu je zřejmě zahájena mitotickou aktivitou kmenových buněk v oblasti epiteliální výchlípy (bulge), která se nachází v oblasti připojení musculus arrector pili. Co je přímým stimulem k nové tvorbě folikulu, není zcela jasné. Dermální papila je aktivována růstem buněk nové matrix. Nově vytvořený vlas končí svou špičkou při bázi telogenního vlasu minulého cyklu. Nový vlas proniká podél starého, odsunuje ho stranou a ten po určité době vypadává.

Důvody pro odstranění ochlupení

Nechtěné ochlupení a důvody k jeho odstranění můžeme rozdělit do hlavních čtyř kategorií.

1. Hypertrichóza

Jde o abnormální růst ochlupení na určitém ohraničeném okrsku kůže, může však pokrývat i větší plochu. Vzácná je forma kongenitální univerzální lanuginózní hypertrichózy. Lanugo přirozeně nevypadává, ale jemné dlouhé vlasy pokrývají celé tělo vyjma plosek nohy a dlaní. U některých

forem se vyvíjí ochlupení až několik let po porodu. Jakmile se hypertrichóza vytvoří, je již trvalá. Získaná lanuginózní hypertrichóza se vyvíjí většinou plíživě. Je průvodním jevem nějakého závažného onemocnění, nebo následuje po těžké nemoci. Poměrně častější je dědičná hypertichózis univerzalis, vlasy a ochlupení jsou terminální, ale silnější, hrubší, hustější. Symptomatická hypertrichóza vzniká často drážděním dermálního vaziva a vlasové papily chemickými látkami, může mít i vztah k hormonálním změnám. Těžké generalizované hypertrichózy, přechodné nebo i trvalé, byly popsány u strádajících dětí po infekcích, encefalitidě, tuberkulóze, po traumatech hlavy, po šoku, malabsorpčních stavech, malnutrici. Akcentaci ochlupení pozorujeme i u pacientek s mentální anorexií. Iatrogenní hypertichóza vzniká účinkem léků. Bývá na trupu, končetinách, vzácně i obličeji. Je reverzibilní, po vynechání medikace dojde k redukci ochlupení spontánně do 6–12 měsíců. Nejčastějšími léky indukujícími sekundární ochlupení jsou antikonvulziva, cyklosporiny, diazoxid, minoxidil, cytotoxické léky, některá psychofarmaka. Velké množství léků nebo chemických substancí interferuje s vlasovým růstovým cyklem a může buď přerušit mitózy v anagenu (cyklosporin A), nebo naopak některé léky s antiandrogenním účinkem mohou zprostitkovat prodloužení anagenu (minoxidil, finasterid). Telogenní fázi zkracují například cytotoxické látky. Stimulačně na růst ochlupení působí glukokortikoidy a adrenokortikotropní hormon (ACTH). Ohraničené hypertrichózy nacházíme například na kongenitálních névech i dalších névech lokalizovaných nejčastěji ušních boltčích a v lumbosakrální oblasti (obrázek 1). Cirkumskriptní hypertrichózy mohou vznikat i v oblasti kožního zánětu při hyperémii, jizvení nebo dráždění kůže (3).

2. Hirsutizmus

Je růst ochlupení u žen s typicky mužskou distribucí (obrázek 2). Rozsah postižení je dán

mnoha činiteli. Zásadní vliv na vývoj a růst terminálního vlasu mají androgeny. Hormon testosteron je ve tkáních konvertován enzymem 5-alfa reduktázou na silný androgen dihydrotestosteron. Pokud dědičně nebo za patologických stavů u žen dojde ke zvýšení tvorby androgenů a jejich derivátů, může se indukovat ochlupení ve stejné distribuci a intenzitě jako u mužů. Schopnost vlasových folikulů reagovat na hormonální stimuly je určena geneticky. Příčinou hirsutismu jsou různé enzymopatie, které mohou vznikat ve žláze samotné (vrozené bloky enzymů nadledvinové steroidogeneze), kde je potom porušena tvorba hormonů s výslednou nadprodukcí androgenů (testosteron), nebo jejich prekurzorů (DHEA, androstendion). Pokud je v kůži vyšší aktivita enzymu 5-alfa reduktázy vedoucí k redukci testosteronu na aktivní androgen dihydrotestosteron, akceleruje se vývoj ochlupení.

U žen po menopauze dochází vlivem úbytku estrogenů k relativně vyšší hladině androgenů, dochází k defluidu v oblasti křtice a hirsutismu v obličeji, na trupu a končetinách. Vedle hyperandrogenémie vzniklé ve steroidogenní žláze (nadledviny, ovaria) může být zdrojem androgenů neoplazma s hormonální nebo paraendokrinní hormonální aktivitou, nádor centrálního nervového systému či hypofýzy s vlivem na zvýšení sekreční aktivity hypotalamohypofyzoadrenální nebo gonadální osy (3).

3. Estetické důvody

Depilace je jedním z nejrozšířenějších a nejstarších ženských zvyků. V současnosti se u nás stala běžnou součástí pravidelné péče o pleť žen, ale i některých mužů. Pokud se ohlédneme do historie, již ve starověkém Egyptě vládl kult krásy těla zbavené chloupků. Jak se měnila civilizace a náboženství, měnil se i náhled na krásu těla i na nutnost depilace. V současnosti se dokonce nedepilovaná žena ne zcela oprávněně stala jakýmsi prototypem feminizmu.

4. Medicínské důvody

Medicínské důvody pro depilaci jsou zejména v plastické rekonstrukční chirurgii při přenosech kožních štěpů a laloků, kdy nežádoucí ochlupení může interferovat se správnou funkcí štěpu. Například při rekonstrukci uretry kožním štěpem, může rostoucí ochlupení způsobit až obstrukci.

Princip působení světelného záření na redukci ochlupení

Jsou zde 3 hlavní způsoby, jak může světelné záření destruovat vlasové folikuly a to termálně

(selektivní fototermolýza), mechanicky a fotochemicky.

Selektivní fototermolýza

Principem destrukce je selektivní fototermolýza vlasových folikulů pomocí laserů nebo zdrojů nekoherentního světelného záření, kdy dojde k selektivní absorpci energie laserového paprsku v daném chromoforu a tím dojde k tepelnému poškození.

Přirozeným chromoforem ve viditelném a infračerveném spektru elektromagnetického vlnění je melanin. Nejčastěji se používají lasery, které produkují záření s vlnovými délkami v červeném nebo infračerveném spektru, nebo zdroj je nekoherentního záření s filtry v tomto spektru (694 nm rubínový laser, 755 nm alexandritový laser, 800 nm diodový laser). Záření o vlnových délkách (600–1100 nm) proniká hluboko do dermis, absorbuje se v melaninu, a proto je schopno zničit vlasový stvol, epitel folikulu i pigmentovanou zárodečnou matrix. Při zákroku dochází ke kompetitivní absorpci záření v epidermálním melaninu, je proto nutné ochlazování epidermis k minimalizaci jejího poškození. Důležitou roli hraje délka pulzu, která by měla být kratší nebo shodná s termálním relaxačním časem vlasového folikulu. Termální relaxační čas lidského vlasového folikulu nebyl nikdy změřen, ale je odhadnutý na 10–50 ms, v závislosti na velikosti folikulu. Problém jsou kmenové buňky folikulu, které jsou nepigmentované a jsou umístěny ve větší vzdálenosti od zárodečné matrix a pigmentovaných struktur. Klíč k trvalé depilaci je právě jejich zničení. Proto se nyní používají lasery o delším pulzu (super long pulse > 100 nm) než je termální relaxační čas vlasového folikulu, kdy díky rozšířené zóně termálního poškození dojde i k poškození těchto buněk.

Fotomechanická destrukce

Principem je mechanická destrukce, někdy označovaná jako fotoakustické poškození, která vzniká rychlým ohřátím vysokou energií laserů s krátkými pulzy. Míra místního zahřátí může být tak vysoká, že struktura je roztrhána šokovou vlnou (vysoce destruktivní, ultrazvukové, tlakové vlny), kavitací (náhlou expanzí a kolapsem bubliny páry) nebo rychlou tepelnou expanzí. Q-switched (délka pulzu v nanosekundách) lasery působí efektivně na pigmentaci ve vlasovém folikulu, ale vedou na zvířecích modelech k leukotrichii, ne k redukci ochlupení. Ani u lidí nebyl efekt Q-switched laserů pozorován. Fotomechanická destrukce folikulu byla popsána a studována při použití suspenze karbono-

Obrázek 1. Kongenitální névus s hypertrichózou. Morbus Recklinghausen



Obrázek 2. Hirsutismus



Obrázek 3. Depilace 755 nm alexandritovým laserem s DCD



vých partikulí na kůži (tzv. softlight technique), s použitím poměrně nízké energie 2–3 J/cm² Q-switched Nd:YAG laseru. Nicméně při takto krátkém pulzu dojde k rychlému ohřátí melaninu a k produkci fotoakustických šokových vln, které způsobí disrupci melanocytů v bulbu, ale nedojde k celkové destrukci celého vlasového folikulu. Je proto nepravděpodobné, že by Q-switched Nd:YAG laser byl schopen vytvořit dlouhodobou až trvalou redukci ochlupení.

Fotochemická destrukce

Principem je fotodynamická terapie (PDT – Photodynamic therapy), kdy po ozáření ložiska se selektivně nahromaděným fotosenzibilizátorem, zářením o příslušné vlnové délce, dochází k destrukci ložiska, na níž se účastní singletní kyslík a tzv. volné radikály. Singletní kyslík vzniká z molekulárního kyslíku (O₂) přítomného ve tkáních, vlivem fotosezibilizátoru světlem uvedeného do energeticky bohatšího tripletního

stavu. Efekt PDT je závislý současně na hloubce průniku záření do tkání, přítomnosti dostatečného množství kyslíku a na místní koncentraci podaného fotosenzibilizátoru. Používané fotosenzibilizátory absorbují energii z oblasti vlnových délek kolem 380, 400 a 630 nm. Z těchto vlnových délek nejhlouběji do kůže proniká dlouhovlnné záření v oblasti kolem 630 nm. K poškození dochází ve steroidních jádrech cholesterolu, nenasycených mastných kyselinách a v proteinech – tryptofanu, histidinu, cysteinu a methioninu. V subcelulárních strukturách byly popsány destrukce buněčné membrány, jádra mikrozomů i mitochondrií, endotelu cév. Porušením endotelu dochází k aglomeraci destiček, tvorbě trombů, k porušení rovnováhy mezi produkcí prostacyklinu endoteliálními buňkami a v trombocytech vzniklém tromboxanu A₂. Poškozením subendoteliální vrstvy dochází k uvolnění faktoru VIII z endoteliálních buněk, uvolnění tromboxanu a prostacyklinů. Předpokládá se, že vlivem singletního O₂ dochází ke zničení mitochondriálně vázané cytochrom C oxidázy a sukcinyl dehydrogenázy. In vitro jsou popisovány roztrhané membrány a rozpadlé krysty mitochondrií. Velmi citlivé na fotodynamické působení jsou žírné buňky, uvolňující po ozáření histamin (4).

Existuje řada dalších porfyrinů, chlorinů, ftalocyaninů, purinů a fenothiazinů, které jsou schopny fotosenzibilizace.

Lasery a další zdroje světla využívající endogenní chromofory 694 nm rubínový laser

Pro svou vysokou absorpci v melaninu je indikován pro použití u světlé kůže (fototyp I–III) a tmavých chlupů. Ochlazování epidermis je zajištěno použitím ochlazeného (0°C nebo -10°C) safírového sklíčka, díky možnosti tlaku na toto sklíčko dochází ke snížení vzdálenosti podkožních struktur od epidermis a k vytlačení hemoglobinu z ošetřovaného pole a tím ke snížení akumulace v něm. Některé lasery jsou schopny vystřelit více pulzů za sebou s přesně definovaným odstupem (twin pulse technology – dva 3 ms pulzy vzdálené od sebe 100 nm, nebo triple pulse technology – tři pulzy za sebou v 10 ms intervalech). Díky vícečetným pulzům dojde k větší destrukci folikulu s nižším poškozením epidermis, což umožňuje ošetření vyšších fototypů.

755 nm alexandritový laser

Depilační alexandritové lasery mají delší pulz (2–40 ms). Studie porovnávající efektivitu alexandritového laseru o délce pulzu 2 a 10 ms neshledala

mezi nimi rozdíly (7). Delší vlnová délka umožňuje hlubší penetraci záření do dermis. Je proto nižší riziko poškození kůže u tmavších fototypů. K ochraně epidermis se používá dynamické chlazení (DCD – dynamic cooling device) nebo kontinuální proudění zchlazeného vzduchu (obrázek 3).

800–810 nm diodové lasery

Tyto vysokovýkonné lasery (2900 W) jsou velmi efektivní pro odstraňování tmavých terminálních vlasů. Délka pulzu se pohybuje mezi 5 až 100 ms. K ochlazování epidermis se využívá často kontaktního chlazení. Vzhledem k delší vlnové délce, aktivnímu chlazení a širšímu pulzu je možno ošetřit tmavší fototypy s menším rizikem.

V současné době existují malé přístroje určené pro domácí depilaci emitující vlnovou délku 810 nm. Probíhají studie pro zhodnocení jejich zejména dlouhodobého efektu (6).

Q-switched 1 064 nm Nd:YAG laser

Tento typ laseru má velmi krátký pulz (nanosekundy) a frekvenci výstřelů laserového paprsku 10 Hz. Díky vysoké frekvenci výstřelů, může být poměrně rychle ošetřena velká plocha. Vzhledem ke své vlnové délce je určen k ošetřování tmavých fototypů. Je schopen oddálit růst chlupů, ale není dle studií efektivní pro depilaci permanentní.

1 064 nm Nd:YAG laser s dlouhým pulzem

Pulz u těchto laserů je delší (milisekundy) než u Q-switched 1 064 nm Nd:YAG laserů. Jsou určeny k ošetřování všech fototypů. Vlnová délka 1 064 nm proniká velmi hluboko do kůže, vzhledem k její nižší absorpci v melaninu, je potřeba pro adekvátní destrukci vlasového folikulu vyšší energie. Při kombinaci s ochlazováním epidermis lze relativně bezpečně ošetřovat fototypy III–VI (8) (obrázek 4).

Pulzní zdroje nekoherentního záření neboli intenzivní pulzní světla (IPL – intensive pulse light)

Tyto zdroje emitují nekoherentní záření složené z více vlnových délek. Díky aplikaci různých filtrů je možno emitovat záření od 400 nm po 1 200 nm. Délka pulzů se pohybuje v milisekundách. U některých přístrojů je možno měnit přesný rozestup jednotlivých pulzů za sebou i délku pulzů.

ELOS systém (elektro-optická technologie)

Technologie tohoto systému kombinuje efekt elektrické energie – radiofrekvence (RF) a optické energie na vlasový folikul. Elektrická energie indukuje teplo zejména v bulge zóne, kde jsou záro-

Obrázek 4. Leukotrichie po ošetření Q-switched 1 064 nm Nd:YAG laserem s dlouhým pulzem



dečné buňky vlasového folikulu a optická energie se zejména akumuluje v samotném stvolu vlasu. Na trhu jsou přístroje, které kombinují RF a diodový laser, nebo RF a zdroje nekoherentního záření.

Mikrovlnné systémy (MDS – Microwave Delivery System)

MDS emitují mikrovlnné záření. K ochranné epidermis se používá chlazení sprejem. FDA (Federal Drug Administration) schválila tyto přístroje pro depilaci chlupů, vyjma oblast obličeje (1).

Lasery a další zdroje světla využívající endogenní chromofory

U tmavé pleti pokryté světlými chloupky nejsou lasery příliš efektivní. Řešením by byl exogenní chromofor, který by se navázal na vlas a vlasový folikul. Největším problémem je najít vhodný chromofor, který by penetroval do hloubky až k vlasovému folikulu.

Q-switched 1 064 nm Nd:YAG laser v kombinaci s karbonovou suspenzí

Na depilovanou kůži voskem se nanese suspenze 10 μm velkých karbonových částic a poté se oblast ozáří Q-switched Nd:YAG laserem o relativně nízké intenzitě (2–3 J/cm², 10 Hz, 10 ns délka pulzu). Vzhledem ke krátkému pulzu nedojde většinou k dostatečné destrukci folikulu. Tato technologie dokáže výrazně zpomalit růst ochlupení, ale není schopna způsobit permanentní redukci.

Fotodynamická terapie (PDT – Photodynamic Therapy)

Podrobně byla PDT popsána v odstavci o fotochemické destrukci (viz výše).

V pilotní studii byla popsána 40% redukce ochlupení u 12 dobrovolníků po jedné aplikaci záření o vlnové délce 630 nm 3 hodiny po aplikaci 20% δ -aminolevulové kyseliny (5). Výhodou této technologie je nižší pořizovací cena oproti laseru. Pro posouzení její efektivity je potřeba dalšího výzkumu.

Léčebné schéma depilace

Před samotnou depilací je vhodné odebrat anamnézu zaměřenou na možné příčiny hypertrichózy (hormonální změny, léky, rodinná zátěž, celková onemocnění...), recidivující herpetická onemocnění, tendenci k tvorbě keloidních či hypertrofických jizev, užívání fotosenzibilizujících látek a retinoidů a na předchozí metody odstraňování ochlupení.

Minimálně šest týdnů je vhodné oblast, kde se plánuje depilace, nevystavovat ultrafialovému záření. U některých fototypů nebo v některých zeměpisných šířkách se doporučuje již před depilací používání bělících krémů. Před laserovou depilací není absolutně vhodné používání voskové depilace, vytrhávání pinzetou či elektrolyza. Lze použít holení žiletkou.

Obrázek 5. Vaporizace vlasových stvolů ihned po ošetření 755 nm alexandritovým laserem



Obrázek 6. Perifolikulární erytém a edém ihned po ošetření 755 nm alexandritovým laserem



Hodinu nebo dvě před depilací lze na danou oblast nanést znecitlivující krém (EMLA).

Obrázek 7. Poškození epidermis po příliš agresivní depilaci



Obrázek 8. Přechodné hypopigmentace po ošetření IPL



Nastavení laseru je potřeba individualizovat pro každého pacienta. Doporučuje se provedení tes-

tovacích pulzů a vyčkat na reakci kůže. Nesmí dojít k zbělení, vzniku puchýřů nebo přílišného erytému. Ostatně jako u všech laserů je predikce reakce kůže i reakce klienta na ošetření a vhodné nastavení laseru to nejtěžší, co je potřeba získat praxí a mnohaletými zkušenostmi. K ochraně epidermis se využívá řady metod jejího ochlazení – chladicí gel, dynamické chlazení (DCD), kontaktní chlazení apod.

Ideálně je ihned po ošetření vidět pouze vaporizace vlasových stvolů (obrázek 5). Po pár minutách dochází k perifolikulárnímu erytému a edému (obrázek 6).

Po zákroku lze minimalizovat bolestivost a otok chladícími gely nebo topickými kortikosteroidy, pokud se ošetřují velké oblasti, je možno podat celková analgetika. V individuálních případech se podávají profylakticky antibiotika či antivirotika. Ošetřovanou oblast je nutno chránit před traumatem a slunečním zářením krémy s UV filtry.

Intervaly mezi zákroky by měly být 6–8 týdnů. Je potřeba vyčkat až doroste opět vlasový stvol (1).

Vedlejší a nežádoucí účinky

- Odstraňování ochlupení laserem není bezbolestné.

- Perifolikulární edém a erytém je pozorovatelný u všech pacientů (obrázek 6).
- Při příliš velké intenzitě laserového záření je možno poškodit epidermis (obrázek 7).
- U disponovaných jedinců lze vyvolat recidivu herpes simplex.
- Při poškození epidermis je kůže náchylnější k bakteriální superinfekci.
- Přechodné změny pigmentace (hypopigmentace či hyperpigmentace) jsou velmi časté i u lehce tmavší kůže (obrázek 8).
- K trvalým změnám pigmentace jsou náchylnější vysoké fototypy.
- Žizvení může vzniknout následkem příliš agresivní léčby nebo bakteriální superinfekce.
- V ozařovaných pigmentovaných névech depilačními lasery mohou vznikat atypie.
- Zejména u IPL světla ale i u některých laserů se pozoruje dočasná leukotrichie v ošetřovaných oblastech.
- U onemocnění s Koebnerovým fenoménem je možno vyvolat projevy těchto onemocnění v ošetřovaných oblastech.
- Zejména u mladých lidí, nebo v některých zeměpisných oblastech je popisována naopak stimulace růstu ochlupení po laserovém ošetření.

Závěr

Depilace pomocí laserů nebo IPL je velmi oblíbenou metodou. Zejména pro její efektivitu, rychlost a neinvazivitu. Cena při použití laserů však zůstává poměrně vysoká.

Literatura

1. Dierickx CC. Laser hair removal. In: Kauvar ANB, Hruza GJ. Principles and practices in cutaneous laser surgery. Boca Raton, FL: Taylor&Francis Group, 2005: 677–701.
2. Heresová J. Hirsutismus. Interní Med 2003; 5: 227–229.
3. Heresová J, Vrzáňová M. Hirsutismus. Med. Pro Praxi 2007; 4: 165–168.
4. Jirásková M, Jirásek L. Kosmetické výhody terapie některých kožních nemocí pomocí fotodynamicky aktivních látek. Dermatol. praxi 2007; 1(3): 107–110.
5. Grossman MC, Dwyer P, Wimberley J, Flotte TJ, Anderson RR, et al. PDT for hirsutism. Lasers Surg Med 1995; 7: 44.
6. Wheeland RG. Simulated consumer use of a battery-powered, hand-held, portable diode laser (810 nm) for hair removal: A safety, efficacy and ease-of-use study. Lasers Surg Med 2007; 39(6): 476–493.
7. Goldberg DJ, Ahkami R. Evaluation comparing multiple treatments with a 2-msec and 10-msec alexandrite laser for hair removal. Lasers Surg Med 1999; 25(3): 223–228.
8. Schulze R, Meehan KJ, Lopez A, Sweeneyk, Winstanley D, Aprozese W, Ross V. Low-Fluence 1,064-nm Laser Hair Reduction for Pseudofolliculitis Barbae in Skin Types IV, V, and VI. Dermatol Surg 2009; 35: 98–107.

MUDr. Kateřina Klauzová

Dermatovenerologická klinika, 3. LF UK FNKV, Praha
Šrobárova 50, 100 34 Praha 10
katerina.klauzova@gmail.com