Zašto ljudi nemaju krzno?

Bazina, Iva

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:683229

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-18**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK

ZAŠTO LJUDI NEMAJU KRZNO?

WHY HUMANS HAVE NO FUR?

SEMINARSKI RAD

Iva Bazina
Preddiplomski studij biologije
(Undergraduate Study of Biology)
Mentor: doc.dr.sc. Ana Galov

Zagreb, 2015.

SADRŽAJ

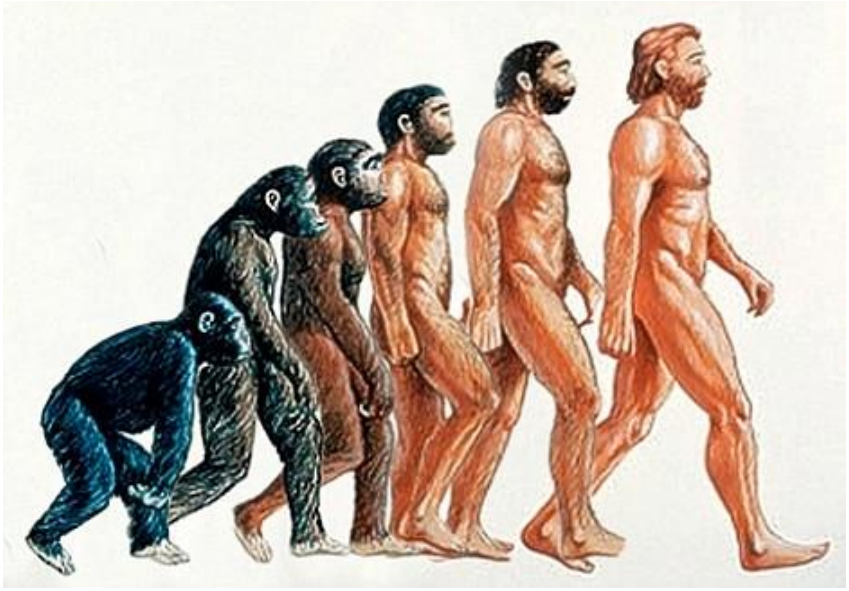
1. UVOD 1
2. GUBITAK KRZNA 2
2.1. POVOD ZA PROMJENE 2
2.2. HLAĐENJE 3
2.3. VREMENSKI OKVIR 4
2.4. MEHANIZAM GUBITKA KRZNA 5
3. PIGMENTACIJA 6
4. PREOSTALE DLAKE 7
4.1. KOSA NIJE KRZNO 7
4.2. RAZLIKE U POKRIVENOSTI DLAKAMA 8
4.3. ATAVIZMI 9
5. PROMJENE OMOGUĆENE ODBACIVANJEM KRZNA 10
6. ZAKLJUČAK 12
7. LITERATURA: 13
8. SAŽETAK 15
9. SUMMARY 15

1. UVOD

Dlaka je karakteristika koja definira razred sisavaca. Svi sisavci imaju dlake u nekom obliku, a većina ih ima obilje. Krzno pruža izolaciju i zaštitu od ogrebotina, vlage, štetnih sunčevih zraka i potecijalno štenih parazita i mikroba. Služi i za zbunjivanje predatora i prepoznavanje među pripadnicima iste vrste. Sisavci mogu krzno koristiti i u socijalnoj interakciji, za pokazivanje agresije ili uzrujanosti (Jablonski 2010).

Usprkos tolikim prednostima krzna, neki sisavci su razvili rijetku i tanku dlaku koja nema funkciju. To je prilagodba na život u uvjetima gdje su prednosti krzna suvišne. Takve životinje ne mogu vidjeti jedna drugu i održavaju toplinu blizinom, ili žive u vodi i plivaju na duge staze pa im nedostatak krzna smanjuje trenje, a toplinu održavaju pomoću debelog sloja masti ispod kože ili su pak izrazito velike pa gubitak krzna smanjuje opasnost od pregrijavanja. Čovjek je jedan od "golih" sisavaca, ali s malo zamršenijom pozadinskom pričom o gubitku krzna (Jablonski 2005).

Među primatima, ljudi su jedina vrsta koja nema neki oblik gustog krznenog pokrivača (sl.1.). Iako se ne razlikuju previše po broju i gustoći folikula od ostalih primata i imaju guste dlake na pojedinim dijelovima tijela, ljudi nemaju pravo funkcionalno krzno koje bi ih štitilo od ultraljubičastog (UV) zračenja i pružalo toplinsku izolaciju. I najdlakaviji čovjek gol je u usporedbi s ostalim primatima (Rantala 2007).



Slika 1. Gubitak krzna u čovjeka (www.blogs.plos.org/neuroanthropology/2011/02/22/john-shea-human-evolution-and-behavioral-variability-not-behavioral-modernity/)

2. GUBITAK KRZNA

Uz obilje prednosti postojanja krzna, nameće se pitanje koja je prednost njegovog gubitka. Znanstvenici već stoljećima pokušavaju doći do odgovora na to pitanje, te su postojale brojne, vrlo različite teorije. Glavna prepreka u istraživanjima bila je nemogućnost fosiliziranja kože, a time i nedostatak direktnih zapisa o njezinoj promjeni u evoluciji čovjeka. Zadnjih desetljeća, međutim, znanstvenici su zaobišli tu prepreku shvativši da fosili ipak sadrže indirektne informacije o tome kada i zašto smo postali „goli majmuni". Zahvaljujući tome i informacijama koje su skupile genomika i fiziologija tijekom godina, napokon je složena slagalica. Uz to, otkriveno je da je gola koža igrala ulogu u drugim velikim evolucijskim koracima, kao što su povećanje mozga ili razvoj komunikacije gestama i govorom (Jablonski 2010).

2.1. POVOD ZA PROMJENE

Korištenjem fosila životinja i biljaka za rekonstrukciju pradavnih ekoloških uvjeta, otkriveno je da je prije otprilike tri milijuna godina zemlja ušla u fazu globalnog zahladnjenja. To je uzrokovalo sušnije uvjete u istočnoj i srednjoj Africi, gdje su živjeli ljudski preci.

Smanjenjem redovitih oborina, šumski okoliš koji su preferirali rani hominidi zamijenjen je savanama, a hrana koju su jeli naši preci australopiteci, voće, lišće, gomolji i sjemenke, postala je oskudna i samo sezonski dostupna, kao i trajni izvori slatke vode. Kao odgovor na nestanje tih resursa, da bi unijeli dovoljno tekućine i kalorija, naši preci morali su zamijeniti naviku relativno lakog skupljanja hrane s aktivnim načinom života, putovati na daleke udaljenosti u potrazi za vodom i jestivom biljnom hranom (Jablonski 2010).

Arheološki dokazi ostataka kamenog oruđa i životinjskih kostiju od prije 2,6 milijuna godina pokazuju da su otprilike u to vrijeme hominidi počeli uključivati i meso u prehranu. Hrana životinjskog porijekla znatno je bogatija kalorijama od one biljnog porijekla, ali je i rjeđa. Karnivorne životinje zato moraju pokriti veće područje od herbivornih da bi prikupile dovoljno hrane. Plijen je, izuzev pokoje lešine, pokretna meta, što znači da predatori moraju uložiti dodatnu energiju u pribavljanje obroka. Stoga je prirodna selekcija oblikovala majmunolike odlike australopiteka, koji su još uvijek dio vremena provodili među drvećem, u dugonoga tijela lovaca i strvinara građena za dugotrajno hodanje i trčanje. Novi oblik tijela pomogao je također našim precima da i sami ne postanu nečiji obrok. Povećana razina aktivnosti imala je međutim svoju cijenu: vrlo povećan rizik od pregrijavanja (Jablonski 2010).

2.2. HLAĐENJE

Zbog promjene klime, za sisavce koji žive u toploj klimi i generiraju višak topline dugim hodanjem ili trčanjem, hlađenje je postalo veliki problem. Takve životinje moraju pažljivo regulirati tjelesnu temperaturu jer im se tkiva i organi, posebno mozak, mogu oštetiti pregrijavanjem (Jablonski 2010).

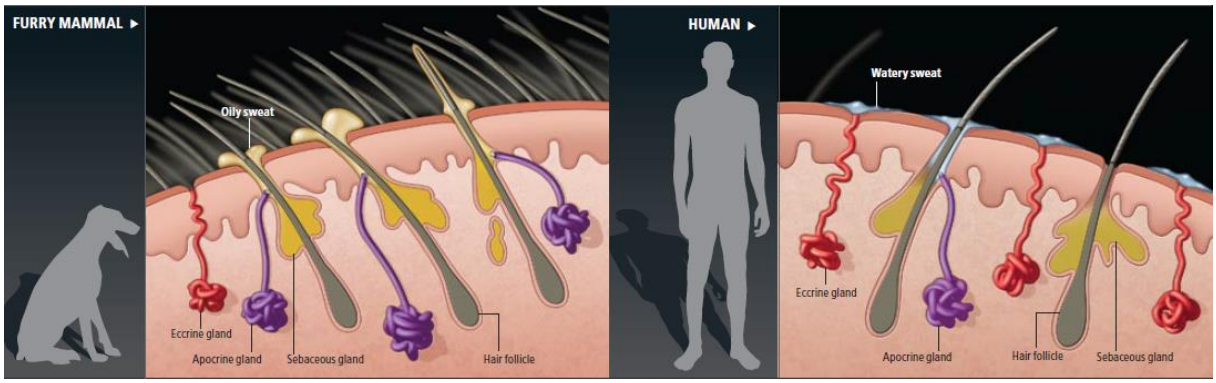
Sisavci koriste različite strategije izbjegavanja pregrijavanja. Za primate je primarna strategija znojenje. Znojenje hladi tijelo tako što stvara tekućinu na površini kože, tekućina isparava i odnosi toplinu s kože. Ova taktika je vrlo učinkovita u sprječavanju opasnog pregrijavanja mozga i ostalih dijelova tijela (Jablonski 2010).

Svako znojenje, međutim, nije isto. Dlake u svih sisavaca građom su jednake i imaju folikul koji sadrži jednu ili više žlijezda, ali razlikuju se u omjeru različitih tipova žlijezda (sl. 2). Koža sisavaca sadrži tri tipa žlijezda: lojne, apokrine i ekrine, koje zajedno proizvode znoj. U većine vrsta lojne i apokrine žlijezde su dominantne i smještene blizu baze folikula dlake. Kombinacija njihovih sekreta prekriva dlake uljnom, ponekad pjenastom, mješavinom. Takav znoj pomaže u hlađenju životinje, ali sposobnost rasipanja topline mu je ograničena.

Naime, učinkovitost hlađenja smanjuje se kako životinjin pokrov postaje mokar i natopljen gustim, uljastim znojem. Isparavanje se, umjesto na površini kože, događa na površini krzna, što, u uvjetima većeg tjelesnog napora prijenos topline čini neučinkovitim. Sisavci prekriveni krznom prisiljeni na dugotrajnu, zahtjevnu tjelesnu aktivnost na dnevnoj toplini srušili bi se od iscrpljenosti toplinom (Jablonski 2010).

Kod ljudi prevladavaju ekrine žlijezde (sl. 2). Ekrine žlijezde znojnice raspoređene su ravnomjerno po površini tijela, luče znoj koji se sastoji uglavnom od vode, elektrolita i nešto organskih tvari, a imaju ključnu ulogu u termoregulaciji. Između dva i pet milijuna ekrinih žlijezda mogu proizvesti do dvanaest litara rijetkog, vodenastog znoja po danu. Ekrine žlijezde se ne grupiraju blizu dlačnog folikula nego se nalaze relativno blizu površini kože i otpuštaju znoj kroz sitne pore. Ova kombinacija gole kože i vodenastog znoja koji se izlučuje na površinu, umjesto između dlaka, omogućuje ljudima učinkovito eliminiranje suvišne topline (Jablonski 2010, Hrastić i Jug 2005).

Čak štoviše, naš sistem hlađenja toliko je superioran da bi čovjek mogao pobijediti konja u maratonu za toplog vremena (Lieberman i Bramble, 2007).



Slika 2. Razlika u omjeru apokrinih i ekrinih žlijezda u koži krznenog sisavca i čovjeka (Jablonski, 2010)

2.3. VREMENSKI OKVIR

Iako su ostaci oskudni, istraživači imaju okvirnu ideju o tome kada su se naši preci počeli kretati kao mi. Prije 1.6 milijuna godina *Homo ergaster*, rani pripadnik našeg roda razvio je proporcije tijela koje dopuštaju dugotrajno hodanje i trčanje. Detalji zglobnih površina gležnja, koljena i kuka jasno ukazuju na taj novi način kretanja. Dakle, prema

fosilnim dokazima, prijelaz na golu kožu i ekrini sustav znojenja morali su početi već prije 1,6 milijuna godina da bi neutralizirali povećanu količinu topline koja je pratila novi, naporan način života (Jablonski 2010).

Još jedan trag koji otkriva kada je evoluirala gola koža u hominida dolazi iz istraživanja genetike boje kože. Ispitivanjem nukleotidnih slijedova gena MC1R, jednog od gena odgovornih za pigmentaciju kože pokazano je da je specifični oblik gena koji se uvijek pojavljuje kod Afrikanaca s tamnim pigmentom nastao prije 1,2 milijuna godina (Rogers i sur. 2004).

Vjeruje se da su rani ljudski preci imali ružičastu kožu prekrivenu crnim krznom, kao što imaju čimpanze. Evolucija trajno tamne kože je vjerojatno bila neophodan evolucijski odgovor na gubitak dlaka koje su štitile od sunca (Jablonski 2010).

2.4. MEHANIZAM GUBITKA KRZNA

Genetički zapis o gubitku krzna teško se pronalazi jer mnogi geni doprinose izgledu i funkciji naše kože. Usporedba genoma čovjeka i čimpanze pokazuje da je najveća razlika u genima koji kodiraju proteine koji kontroliraju svojstva kože. Neki od tih gena kod ljudi kodiraju proteine koji pomažu da naša koža bude vodoootporna i otporna na mehanička oštećenja, neophodna svojstva s obzirom na nedostatak krzna. Pretpostavka je da je pojava tih gena doprinijela nestanku krzna, umanjujući njegove posljedice (Jablonski 2010).

Nevjerojatne sposobnosti zaštite naše kože dolaze od strukture i sastava njezinog vanjskog rožnatog sloja - stratum corneum. Građa tog sloja se često uspoređuje s građom cigle i žbuke. Naime, tanki sloj lipida („žbuka“) okružuje više slojeva spljoštenih mrtvih stanica koje sadrže keratin („cigle“). Većina gena koji upravljaju razvojem tog sloja u ostalih kralježnjaka su drevni i njihove sekvence su visoko konezrvirane među kralješnjacima. Specifičnost tih gena u ljudi pokazuje da su bili bitni za njihovo preživljavnaje. Kodiraju proizvodnju jedinstvene kombinacije proteina koji se pojavljuju samo u epidermisu, uključujući novi oblik keratina i involukrina. Cijeli mehanizam zaslužan za regulaciju prozvodnje ovih proteina nije još otkriven (Jablonski 2010).

Neki istraživači traže odgovore u evoluciji keratina u dlakama na tijelu ljudi s ciljem da odrede mehanizam zaslužan za to što su dlake na površini ljudske kože tako rijetke i tanke. Pokazali su da su keratini prisutni u ljudskoj dlaci vrlo krhki. Zato naše dlake pucaju tako lako u usporedbi sa dlakama drugih životinja. Keratini u ljudi, izgleda, nisu bili toliko važni za preživljavanje kao oni u dlaci drugih primata u evoluciji i zato su oslabili (Moll 2008).

Još jedno pitanje na koje genetičari žele odgovoriti je kako je došlo do toga da ljudska koža ima toliko ekrinih žlijezda. Gotovo je sigurno da se ovo nakupljanje dogodilo kroz promjene u genima koji određuju sudbinu nespecijaliziranih epidermalnih matičnih stanica u embriju. Genetički upravljani kemijski signali upravljaju diferencijacijom matičnih stanica u dlačne folikule, ekrine žlijezde, apokrine žlijezde, lojne žlijezde ili epidermis. Mnoge grupe istraživača rade na tome da otkriju kako matične epidermalne stanice nastaju i održavaju se. To bi trebalo razjasniti što određuje sudbinu embrionskih epidermalnih stanica i kako više takvih stanica postaje ekrino kod čovjeka (Jablonski 2010).

3. PIGMENTACIJA

Evolucija pigmentacije povezana je sa gubitkom krzna. Ljudi su evoluirali kao posebna linija koja se odvojila od predaka čimpanzi. Čimpanze su se manje promijenile kroz evoluciju, a budući da su naši najbliži rođaci mogu nam otpilike ilustrirati izgled naših predaka. Čimpanze imaju svijetlu kožu prekrivenu dlakom. Mladi imaju ružičastu glavu, dlanove i stopala, a izlaganjem suncu, tijekom godina, ta područja postaju pjegava. I najraniji ljudi gotovo su sigurno imali svijetlu kožu prekrivenu dlakom. Po svoj prilici najprije je došlo do nestanka krzna, a tek onda do pojave pigmentacije (Jablonski i Chaplin 2002).

Kosturi drevnih ljudi (npr. kostur Lucy) odaju da su građom i načinom života nalikovali današnjim primatima iz otvorenih savana u Africi. Većinu dana provodili su u traganju za hranom, a potom bi se vratili među drveće, na sigurno, na spavanje. Prije 1,6 milijuna godina taj uzorak se značajno promijenio. Kostur vrste *Homo ergaster*, takozvani "Turkana boy", kostur je uspravnog bipeda dugih nogu koji je hodao na duge staze (Jablonski i Chaplin 2002).

Aktivniji način života donosi problem sprječavanja pregrijavanja mozga i zato čovjek ostaje bez krzna i povećava broj ekrinih žlijezda. Kad se riješio većine dlaka čovjek je ostao izložen štetnom sunčevom zračenju. Tu važnu ulogu igra pigment, posebno u zaštiti od UV zračenja (Jablonski i Chaplin 2002).

Melanin je glavni pigment kod ljudi. To je tamno smeđi pigment koji sintetiziraju melanociti, prirodna zaštita od sunca. Fizikalno i kemijski filtrira štetne učinke UV zračenja, apsorbira zrake, zbog čega one gube energiju, i neutralizira štetne slobodne radikale koji nastaju u koži nakon oštećenja UV zračenjem (Jablonski i Chaplin 2002).

Boja kože u ljudi diljem svijeta evoluirala je u dovoljno tamnu da spriječi uništavanje folata, važnih za plodnost i fetalni razvoj, a dovoljno svijetlu da se može odvijati proizvodnja vitamina D koju potpomaže sunčeva svjetlost. Raspored ljudi s različitom bojom kože na planeti nije nasumičan. Ljudi tamnije puti žive bliže ekvatoru, a oni svjetlije puti su bliže polovima. Godinama je vodeća teorija bila da je tamna koža evoluirala kao zaštita od raka, ali novija istraživanja iz područja epidemiologije i fiziologije govore da je takav raspored proizvod prirodne selekcije u pogledu reguliranja utjecaja UV zračenja na nutrijente ključne za reproduktivni uspjeh. Istraživanja su pokazala da melanin pomaže u zaštiti protiv raka, ali budući da se većina oblika raka kože pojavljuje kasnije u životu, najčešće nakon reproduktivnog perioda, nisu mogli izvršiti dovoljni evolucijski pritisak da bi to bio glavni razlog tamnije kože u područjima bliže ekvatoru (Jablonski i Chaplin 2002).

4. PREOSTALE DLAKE

Bez obzira na to što smo se razvili u „gole majmune", evolucija je ostavila neke dijelove tijela pokrivene dlakom. Te dlake imaju određenu funkciju. Dlake u pazusima i preponama vjerojatno služe za širenje feromona te da bi područja bila podmazana žlijezdanim sekretom iz folikula dlaka za vrijeme kretanja. Što se tiče kose, najvjerojatnije je zadržana da bi pomogla štititi od suvišne topline na glavi. To može djelovati paradoksalno, ali gusta dlaka na glavi tvori zaštitni sloj zraka između znojnog tjemena i vruće površine dlake. Tako kosa apsorbira toplinu dok sloj zraka ostaje hladniji, što omogućuje da znoj isparava u taj sloj zraka. Jako kovrčava kosa je optimalni pokrivač za glavu u ovom pogledu jer povećava prostor između površine dlake i tjemena, omogućujući prolaz zraku. Moguće je da je kovrčava kosa bilo izvorno stanje kose modernih ljudi, a drugi tipovi su evoluirali odlaskom iz tropske Afrika. Mnogo toga još treba otkriti o evoluciji kose (Jablonski 2010).

4.1. KOSA NIJE KRZNO

Ljudi su jedini sisavci koji imaju luksuz kontroliranja duljine svoje dlake, bilo da se radi o kosi ili bradi. Kosa neprestano raste, dok dlake na ostalim dijelovima tijela rastu do određene duljine i otpadnu. Dakle, regulacija rasta dlaka na ljudskom tijelu slična je regulaciji rasta krzna koje prekriva tijelo većine sisavaca, a različita od kose. Kosa nije krzno (Neufeld i Conroy 2004).

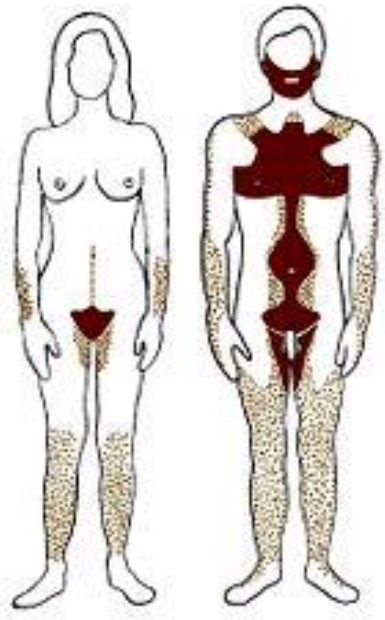
Histološki su folikuli u koži ekstrmiteta i glave jednaki i imaju cikličku aktivnost. Nastanak dlake u dlačnom folikulu odvija se u tri faze: faza rasta (anagen), faza prekida rasta (katagen) i faza odmora (telogen). Slijedi eksogen tijekom kojeg kosa ispada prije nego što opet započne anagen i proizvodnja dlake. Znači, za proizvodnju dlake određene dužine faza anagena mora biti vremenski regulirana. Trajanje anagena dlaka na nogama je 19-26 tjedana, a dlaka na skalpu 2-6 godina. Neki događaj u evoluciji bio je zaslužan za produljenje faze anagena (Neufeld i Conroy 2004).

Zanimljiva je i potencijalno značajna razlika u količini keratina iz ljudske dlake s glave u usporedbi s dlakama čimpanze ili gorile. Geni za keratin kod ljudi, čimpanza, i gorila su visoko konzervirani. Uz ostale keratinske gene ljudi imaju i dodatni pseudogen, koji se prepisuje, ali ne uzrokuje sintezu proteina. Geni gorile i čimpanze koji su homologni ljudskom pseudogenu proizvode funkcionalne proteine. Mutacija koja je zaslužna za pseudogen kod ljudi dogodila se, procjenjuje se, prije manje od 240 000 godina. Jesu li tada ljudi dobili kosu koja neprekidno raste? Je li nedostatak ovog keratina zaslužan za produženje faze anagena? Ili su ljudi već ranije imali dugu kosu? Još ne postoje odgovori na ta pitanja (Neufeld i Conroy 2004).

4.2. RAZLIKE U POKRIVENOSTI DLAKAMA

Dlakavost se razlikuje na razini populacija i između muškaraca i žena. Neke populacije imaju članove s dlakama u tragovima, a neke su pune dlakavih ljudi. Populacije s manje dlaka imaju tendenciju živjeti u tropskim krajevima, dok one s najviše dlaka žive izvan tropa. Ipak, ta dlaka ne pruža nikakvu zaštitu od hladnoće (Jablonski 2010).

Muški članovi ljudske vrste u pravilu imaju mnogo više dlaka od ženskih (sl.3.), posebno na licu. To je zato što rast dlake stimuliraju spolni hormoni androgeni, a muškarci ih imaju više. Što se tiče brade, najčešća je hipoteza da je za nju zaslužan spolni odabir. Najvećim dijelom naše povijesti žene su više privlačili muškarci sa razvijenijim dlakama na licu i veća je bila vjerojatnost parenja s njima. Privlačnost brade vjerojatno proizlazi iz toga što signalizira visoku razinu testosterona, spolnu zrelost i, moguće, dominaciju jer prividno povećava veličinu čeljusti (www.livescience.com/33513-men-vs-women-our-physical-differences-explained.html).



Slika 3. Razlika u dlakavosti između žena i muškaraca (www.livescience.com/33513-men-vs-women-our-physical-differences-explained.html)

Ove razlike nitko još nije testirao u modernoj populaciji, tako da se ne zna, na primjer, jesu li dlakaviji muškarci zapravo snažniji i/ili plodniji od manje dlakavih. U nedostatku empirijskih dokaza još uvijek se ne zna zašto dlake u ljudi tako variraju (Jablonski 2010).

4.3. ATAVIZMI

Osim varijabilne djelomične pokrivenosti dlakom, zabilježeni su slučajevi ljudi koji su po pokrivenosti bliži precima od drugih. Poznate su genetske mutacije koje mogu preokrenuti našu nedlakavost u sindrom vukodlaka, u znanosti poznat kao hipertrihoza (sl.4.). To je rast dlake abnormalan za dob, spol ili rasu pojedinca. Stanje je uzrokovano genetičkim defektom koji uzrokuje "divljanje" ciklusa rasta dlaka. Folikuli iz kojih rastu tjelesne dlake gusto su raspoređeni po tijelu, oko 60 folikula/cm^2, a na licu i do 600. Do hipertrihoze dolazi kada folikul ne može prijeći iz faze rasta dlake u dormantnu fazu, u kojoj dlaka otpadne, a folikul se obnavlja. To znači da svi folikuli uvijek sadrže dlake. (Junqueira i sur. 2005, www.anthropology.net/2007/06/08/on-why-some-humans-have-lost-their-body-hair-why-are-we-the-only-hairless-primate/, Wendelin i sur. 2003).

Hipertrihoza se smatra atavizmom. Atavizam je osobina koja se ponovo pojavi nakon što je nestala generacijama ranije. Događa se, vjerojatno zbog retrogradnih mutacija, ali može

se dogoditi i zbog transpozona (slijedovi nukleotida koji mogu mijenjati mjesta u genomu), odnosno kada gen koji je bio u dijelu genoma koji se ne ispoljava u fenotipu prijeđe u dio genoma koji se ispoljava (www.anthropology.net/2007/06/08/on-why-some-humans-have-lost-their-body-hair-why-are-we-the-only-hairless-primate/).

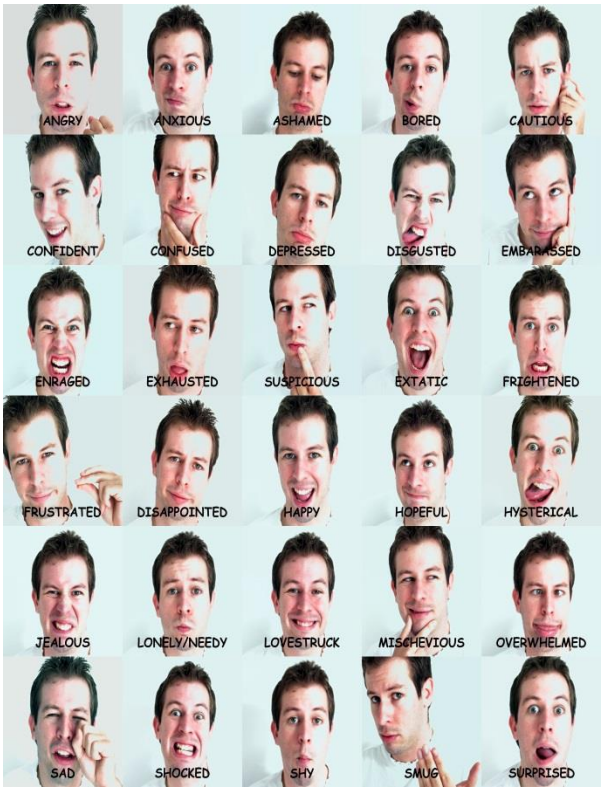
Slika 4. Čovjek s hipertrihozom (www.anthropology.net/2007/06/08/on-why-some-humans-have-lost-their-body-hair-why-are-we-the-only-hairless-primate/)

5. PROMJENE OMOGUĆENE ODBACIVANJEM KRZNA

Ogoljavanje je imalo velike posljedice na nadolazeće faze evolucije čovjeka. Gubitak većine dlaka i mogućnost eliminacije suvišne tjelesne topline kroz ekrino znojenje omogućili su značajno povećanje mozga, koji je organ najskloniji pregrijavanju zbog povećanja temperature. Australopiteci su imali mozak koji je bio u prosjeku veličine 400 cm^3, otprilike kao čimpanza. *Homo ergaster* je imao dvostruko veći mozak, a kroz milijun godina ljudski mozak je narastao još 400 cm^3, dosegnuvši današnju veličinu, otprilike 1200 cm^3. Nema

sumnje da su i drugi faktori utjecali na povećanje naše sive tvari (usvajanje dovoljno kalorične prehrane da se može održavati energetski zahtjevno tkivo, na primjer), ali odbacivanje dlake bio je definitivno kritičan korak (Jablonski 2010).

Naša golotinja imala je i socijalne posljedice. Iako nam se dlake mogu nakostriješiti kada se mali mišići uz folikule kontrahiraju, naše dlake su tako tanke da se to ne vidi toliko koliko kod mačaka, pasa ili čimpanzi. Nemamo ni mogućnost upozorenja ili kamuflaže, kao što su zebrine pruge ili leopardove mrlje. Čak štoviše, moglo bi se reći da su ljudske osobine kao rumenjenje ili kompleksni izrazi lica (sl.5.) evoluirale da nadoknade našu nemogućnost komuniciranja kroz krzno. Slično, ukrašavanje tijela, u različitim kulturama, u različitim oblicima, pokazuje pripadnost skupini, status ili druge vitalne socijalne informacije koje bi inače odavalo krzno. Koristimo i stav i geste da bi ukazali na svoje emocionalno stanje i namjere. Također, upotrebljavamo jezik da bismo izrazili što nam je na umu (Jablonski 2010).



Slika 5. Kompleksni izrazi lica pomoću kojih ljudi mogu komunicirati (www.tophdgallery.com/face-pictures-of-emotions.html)

6. ZAKLJUČAK

Evolucija je kompleksan proces koji konstantno traje, podložan je utjecajima sa svih strana i često ne ostavlja puno fizičkih dokaza. Zato je najčešće teško ući u trag korijenu početka nekog procesa, ali napornim radom i suradnjom istraživača, metodom pokušaja i pogreške, svakim danom slagalica je sve potpunija. Tako je i u slučaju gubitka krzna u evoluciji čovjeka. Ima još puno mjesta za dodatna istraživanja kako bi se otkrilo, primjerice, koji je točan genetički mehanizam pretvorbe čovjeka u "golog majmuna" ili točan razlog razlike u pokrivenosti među različitim populacijama, ali glavnina je jasna.

Čovjek je ostao bez krzna kad se našao u situaciji da mora biti aktivan. Da bi mogao preživjeti u novonastalim okolnostima morao je ukloniti opasnost od pregrijavanja, a jednom kad smo postali goli mogao je početi glavni dio čovjekove evolucije. Nedostatak krzna omogućio je razvoj nebrojenih karakteristika čovjeka. Najvažniji u toj priči je razvoj mozga, najvažnijeg razlikovnog elementa između nas i ostalih životinja. Prema riječima antropologinje Nine Jablonski, „gola koža nije nas samo ohladila, učinila nas je ljudima”.

7. LITERATURA:

Bergman J. (2004): Why Mammal Body Hair Is an Evolutionary Enigma. Creation Research Society Quarterly Journal **40**, 240-243.

Hrastić I., Jug M. (2005): Antiperspiransi i dezodoransi. Farmaceutski glasnik **61**, 557-570.

Jablonski N. G. (2010): The naked truth. Scientific American **302**, 42-49.

Jablonski N. G., Chaplin G. (2002): Skin deep. Scientific American **287**, 74-81.

Junqueira L. C., Carneiro J. (2005): Koža. U: Brandamante, Ž. Osnove histologije. Zagreb, Školska knjiga, str. 377-381.

Lieberman D. E., Bramble D. M.(2007): The Evolution of Marathon Running: Capabilities in Humans. Sports Medicine **37**, 288–290. 2007.

Moll R., Divo M., Langbein L. (2008): The human keratins: biology and pathology. Histochemistry and Cell Biology **129,** 705-733.

Neufeld A. H., Conroy G. C. (2004): Human head hair is not fur. Evolitionary Anthropology **13**, 89.

Rantala M. J. (2007): Evolution of nakedness in *Homo sapiens.* Journal of Zoology **273**, 1-7.

Rogers A. L., Iltis D., Wooding S. (2004): Genetic Variation at the MC1R Locus amd the Time since Loss of Human Body Hair. Current Anthropology **45,** 105-108.

Wendelin D. S., Pope D. N., Mallory S.B. (2003): Hypertrichosis. Journal of the American Academy of Dermatology **48**, 161-182.

www.anthropology.net/2007/06/08/on-why-some-humans-have-lost-their-body-hair-why-are-we-the-only-hairless-primate/

www.blogs.plos.org/neuroanthropology/2011/02/22/john-shea-human-evolution-and-behavioral-variability-not-behavioral-modernity/

www.livescience.com/33513-men-vs-women-our-physical-differences-explained.html

www.tophdgallery.com/face-pictures-of-emotions.html

8. SAŽETAK

Nakon što se evolucijska linija čovjeka odvojila od predaka čimpanzi, započela je preobrazba u „golog majmuna". Čovjek je izgubio krzno zbog promjene klime. Zahvaljujući globalnom zahladnjenju, klima je postala suša, čovjek je izašao u sunčanu savanu i počeo živjeti aktivnijim životom. Pod prijetnjom pregrijavanja izgubio je krzno i povećao broj ekrinih žlijezda u koži. To mu je omogućilo da znojenjem efikasno ohladi tijelo. Ipak, na pojedinim dijelovima tijela ostale su dlake, s razlikama između populacija i muškaraca i žena.

Ovaj rad razmatra kako, kada i zašto je čovjek ostao bez krzna, koje su posljedice i koje velike evolucijske promjene je ovaj događaj omogućio. Većinski golo tijelo bilo je okidač za ključne korake u daljnjoj evoluciji čovjeka. Omogućilo je jasno odvajanje čovjeka od ostalih životinja.

9. SUMMARY

After human evolutionary lineage parted ways with that of chimpanzee's ancestors, transformation into a naked ape began. Humans lost their fur due to a climate change. Thanks to the global cooling, climate became more arid, people came out to sunny savannas and started living a more active lifestyle. Under threat of overheating, they lost their fur and increased the number of ecrine glands in their skin. That enabled efficiant cooling down of the body by sweating. Still, some parts of the human body kept their hair, with some differences between populations and between males and females.

This paper considers how, when and why humans lost their fur, what are the consequences and which great changes could now happen. Mostly naked body triggered key events in future human evolution. It made clear separation of people and other animals possible.