

Veido valymo ultragarsu poveikis riebiai odai: literatūros apžvalga

Karolina Sabilo

SMK Aukštoji mokykla

Zita Gierasimovič

Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Sveikatos mokslų institutas, SMK Aukštoji mokykla

Santrauka. Nuolat besiriebaluojančią veido odą, kuriai būdinga bėrimai, spuogai, turi įvairaus amžiaus žmonės. Šiai problemai spręsti svarbi nuolatinė odos priežiūra, kosmetinių priemonių parinkimas ir odos valymo procedūros. Viena iš galimų netraumuojančių riebios veido odos valymo procedūrų yra ultragarsas.

Tikslas. Teoriniu aspektu išanalizuoti riebios veido odos problemas ir valymo ultragarsu poveikį odai.

Metodai. Atlikta mokslinių straipsnių apžvalga, naudojant reikšminius žodžius: riebi veido oda (*oily skin*), odos problemos (*skin problems*), veido valymas ultragarsu (*ultrasonic facial cleansing*), valymo poveikis odai (*effects of cleansing on the skin*) ir jų derinius su žodžiais „ir“, „arba“. Mokslinių straipsnių paieška atlikta *PubMed*, *Google Scholar*, *BMJ*, *Clin Dermatol* elektroninėse duomenų bazėse. Į literatūros apžvalgą įtraukti 2016–2022 m. 22 laisvai prieinami ir pilnos apimtys straipsniai nagrinėjama tema, parašyti anglų kalba.

Literatūros apžvalgos rezultatai. Šiame straipsnyje aptariama pagrindinės riebios veido odos problemos, išorinių ir vidinių veiksnių poveikis odai, valymo ultragarsu poveikis riebiai veido odai ir prevencinių priemonių taikymas palaikant sveikos riebios veido odos pH balansą.

Išvados. 1. Riebi veido oda dėl hormoninių sutrikimų skatina sebumo gamybą, oda linkusi blizgėti, riebaluotis, jai būdingi bėrimai ir užsikimšusios poros. Egzogeninis poveikis įjautrina odos būseną. Sveikos odos pusiausvyrai palaikyti svarbi kasdieninė veido odos priežiūros rutina. 2. Ultragarso bangos, parinktos pagal veido odos laidumą elektros srovei, teigiamai veikia riebią veido odą, predisponuoja veikliųjų medžiagų patekimą į giliuosius odos sluoksnius, gerina veido odos elastingumą, hidrataciją, mažina sebumo lygį.

Reikšminiai žodžiai: riebi veido oda, odos problemos, veido valymas ultragarsu, valymo poveikis odai.

Effects of ultrasonic cleansing on oily facial skin: a Review of the Literature

Abstract. People of all ages suffer from persistently discoloured facial skin with rashes and acne. Regular skin care, cosmetic products and skin cleansing procedures are important to tackle this problem. One of the potentials, non-traumatic skin cleansing treatments for oily facial skin is ultrasound.

Objective. To analyse from a theoretical point of view the problem of oily facial skin and the effects of ultrasonic cleansing on the skin.

Methods. A review of research articles using the keywords: oily skin, skin problems, ultrasonic facial cleansing, skin cleansing, and their combinations with the words "and", "or". The search for research articles was conducted in *PubMed*, *Google Scholar*, *BMJ*, *Clin Dermatol* electronic database. The literature review included 22 open-access and full-length articles on the topic, written in English, from 2016 to 2022.

Results of the literature review. This article covers the main problems of oily facial skin, the effects of external and internal factors on the skin, the effects of ultrasonic cleansing on oily facial skin, and the use of preventive measures to maintain a healthy pH balance in oily facial skin.

Conclusion. 1. Oily facial skin is caused by hormonal disorders that stimulate the production of sebum, making the skin prone to shine, oiliness, rashes and clogged pores. Exogenous exposure sensitises the skin. Maintaining a healthy skin balance is important for a daily facial skin routine. 2. The ultrasound waves, tailored to the permeability of the facial skin to electrical currents, have a positive effect on oily facial skin, adding active ingredients to the deepest layers of the skin, improving elasticity and hydration, and lowering sebum levels.

Keywords: oily skin, skin problems, ultrasonic facial cleansing, effects of cleansing on the skin.

Įvadas

Riebiai veido odai būdingi trys požymiai: oda blizga, yra slidi, poros nosies ir smakro srityje padidėjusios, vargina inkštirai bei spuogai. Odos pokyčius predisponuoja endogeninės (genetiniai, hormoniniai, lėtinių ligų veiksniai) ir egzogeninės (vaistai, netinkama kosmetika ar nesveika mityba) priežastys [1]. Riebi oda reikalauja nuolatinės priežiūros, kosmetikos priemonių su veikliąja medžiaga ir odos valymo procedūrų. Viena iš galimų riebios veido odos procedūrų yra odos valymas ultragarsu.

Veido valymas ultragarsu – tai šiuolaikiška ir saugi giluminio veido valymo moderniu ir inovatyviu ultragarso aparatu procedūra. Procedūros metu naudojamas metalinis zondas, kurio paviršiuje susidaro ultragarsinė

vibracija [2]. Riebios ir problemiškos veido odos valymas ultragarsu yra vienas naudingiausių odos valymo būdų. Procedūros metu pasiekiami gilieji veido odos sluoksniai, tačiau oda nėra pažeidžiama ar traumuojama.

Procedūros ultragarsu poveikis. Odos valymo metu suaktyvinama limfinė sistema, pagreitinamas odos atsinaujinimo procesas, stabilizuojamas odos pH. Procedūra ultragarsu aktyvina oksidacijos-redukcijos procesus, skatina kolageno ir elastino gamybą, stimuliuoja ląstelių atsinaujinimą, giliai drėkina odą, atkuria odos medžiagų apykaitą ir padeda giliau prasiskverbti aktyviems elementams [3].

Skiriamos 3 ultragarso dažnio sritys: žemo (20–100 kHz), vidutinio (100 kHz–10 MHz) ir aukšto (10 MHz–1 GHz). Kiekvienos srities ultragarsas turi savitų žadinimo, sklidimo, priėmimo ir taikymo ypatybių. Nedidelės ultragarso dozės veido valymo metu padeda mažinti skausmą, raumenų spazmus, odos uždegimą, tonizuoja, stimuliuoja kraujotaką ir audinių mitybą [4].

Ultragarso bangos plačiai naudojamos biologijoje, medicinoje. Kosmetologijoje veido valymas ultragarsu turi pranašumą kitų metodų atžvilgiu, nes veikia odą jos nespausdamas ar neištempdamas, neardo odos paviršinio sluoksnio, neturi kontraindikacijų, nenaudojamos stiprios cheminės medžiagos, kurios galėtų sukelti alergines reakcijas. Neinvazinės ultragarso procedūros poveikis odai pasiekiamas nepažeidžiant odos barjero, nenaudojant mikroinjekcijos ar adatos [5].

Tikslas. Teoriniu aspektu išanalizuoti riebios veido odos problemas ir valymo ultragarsu poveikį odai.

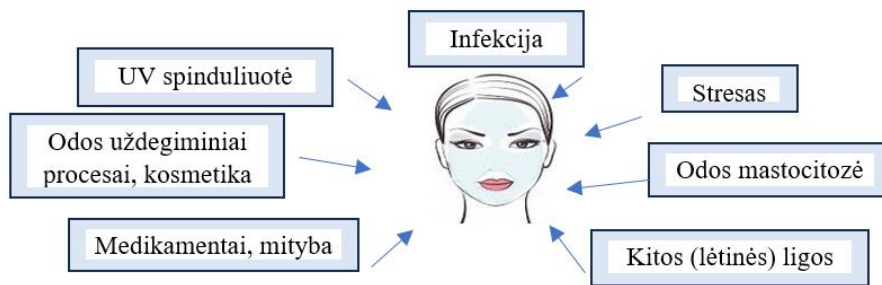
Metodai. Atlikta mokslinių straipsnių apžvalga naudojant reikšminius žodžius: riebi veido oda (*oily skin*), odos problemos (*skin problems*), veido valymas ultragarsu (*ultrasonic facial cleansing*), valymo poveikis odai (*effects of cleansing on the skin*) ir jų derinius su žodžiais „ir“, „arba“. Mokslinių straipsnių paieška atlikta *PubMed*, *Google Scholar*, *BMJ*, *Clin Dermatol* elektroninėse duomenų bazėse. Į literatūros apžvalgą įtraukti 2016–2022 m. 22 laisvai prieinami ir pilnos apimties straipsniai nagrinėjama tema, parašyti anglų kalba.

Tyrimo rezultatai

Vizualiai vertinant riebią veido odą, pastebima, kad riebi oda yra stora, linkusi į bėrimus, bet mažiau matomos raukšlės. Dažniausiai riebiai odos zonai priskiriama vadinamoji T zona (kakta, nosis ir smakras), o skruostai yra linkę į sausumą [6]. Tyrimai rodo, kad veido T zonoje (vidurinė dalis) oda daugiau riebaluojasi, labiau išryškėjusios poros, oda dažniau veikiama įvairių išorinių faktorių [6, 7].

Endogeninės riebios odos priežastys. Pernelyg aktyvi riebalinių liaukų veikla gali priklausyti nuo genetinio polinkio, lėtinių ligų, hormoninių pokyčių. Padidėjęs testosterono kiekis kraujyje arba odoje intensyvina odos riebalų gamybą. Androgenai (vyriški lytiniai hormonai) stimuliuoja riebalų liaukų didėjimą, o sekretinės riebalų ląstelės kaupia odos riebalus, suirdamos ląstelės išlaisvina odos riebalus. Odos nervinių galūnių išskiriamos medžiagos gali stimuliuoti odos riebalų gamybą, kadangi testosterono ir adrenokortikotropinio hormono lygis padidėja organizme streso metu, tai skatina inkštirų atsiradimą, odos riebumo didėjimą [8].

Egzogeninės priežastys. Pernelyg padidėjusių riebalų sekreciją gali paskatinti kai kurių vaistų vartojimas, netinkamos kosmetikos naudojimas, aplinkos sąlygos, nesubalansuota mityba. Šie veiksniai turi įtakos riebalinėms liaukoms ir didesnio kiekio riebalų gamybai (1 pav.).



1 pav. Įjautrinta oda (riebaluotas visas veidas)

Šaltinis: sudaryta pagal M. Rocken, M. Schaller, E. Sattler, W. Bargdorf (2022)

Raginis odos epidermio sluoksnis, priklausomai nuo kūno vietos, sudarytas iš 3–50 eilėmis išsidėsčiusių epitelio citų, kurių citoplazmą pripildo keratinas. Atvirų kūno vietų, ypač veido, fiziologinė epidermio regeneracija įvyksta per 10 parų. Gausus raginių ląstelių impregnnavimas riebalais ir prakaito sekretu keičia odos spalvą, kuri yra gelsvai pilkšva, palpuojant oda limpa prie pirštų [9]. Raginis epidermio sluoksnis, veikiamas ultravioletinės spinduliuotės (UV) ir kitų rizikos veiksnių, storėja, po juo aktyviau dauginasi bakterijos, vystosi uždegiminiai procesai.

Natūraliai drėkinama riebi veido oda ilgiau išlieka švelni, hidratuota ir elastinga dėl riebalų liaukų išskiriamą sebumo (aliejaus mišinio, sudaryto iš riebiųjų rūgščių, vašku bei cukrų) [10].

Sebumo perteklius sukelia nepageidaujamų odos pokyčių: odos blizgumą, padidėjusias poras, liaukų užsikimšimą riebalais ir negyvoomis odos ląstelėmis, paūmina aknę (spuogų susidarymą). Nepakankama riebalinių liaukų sebumo gamyba provokuoja odos jautrumą, prisilietus oda yra skausminga, sausa, šerpetojasi. Sebumas suteikia apsaugą nuo bakterijų, grybelių, pagerina antioksidantų patekimą į odą. Odos riebalų gamybai didelę įtaką turi sebocitas (riebalinė liauka). Anot kai kurių autorių, sebocitų funkcija – gaminti trigliceridus (50 proc.), kurie yra viena iš odos rūgštinės mantijos sudedamųjų dalių, ji savo ruožtu užtikrina odos pH 5,5. Sebocitų gyvenimo trukmė yra nuo 14 iki 20 dienų, per šį laikotarpį (nuo bazalinės membranos link riebalinės liaukos) įvyksta mitozės procesas, po kurio ląstelė tampa riebalu (sebumu) [11, 12].

Ultragarso poveikis odai. Ultragarso procedūros atsiradimas dermatologijos praktikoje nėra atsitiktinis. Apie 1980 m. ši procedūra efektyviai buvo naudojama normalios ir sergančios odos storiui matuoti, odos diagnostikai bei skausmui malšinti [13]. Veido valymo ultragarsu metu paliečiami gilieji veido odos sluoksniai, jo metu vyksta odos valymas, inkštirų pašalinimas, pagerėja odos tekstūra, susitraukia poros, geriau įsisavinamos veikliosios medžiagos.

Valymo ultragarsu procedūra yra efektyvi žmonėms, turintiems riebią veido odą ar odos ligų, pavyzdžiui, rožinę ar spuogų [13, 14].

Ultragarso banga yra garsas, kurio dažnis viršija 20 kHz ir kurio žmogaus ausis negirdi. Ultragarso vaizdo gavimo technologija pagrįsta per audinius atsispindėjusių garso bangų savybėmis. Ultragarso signalus keitklis skleidžia ir priima po atspindžio audiniuose, monitoriuje sonograma vaizduojama šviesumo režimu. Veido valymo ultragarsu procedūra dar kitaip vadinama sonoforeze [15].

Ultragarso poveikis apima mechaninės energijos sąveiką su dujų burbuliukais. Kai ultragarso bangos praskverbia pro paviršinį odos sluoksnį, dujų burbuliukai gali išsiplėsti arba susitraukti. Veikliosios medžiagos į odą patenka naudojant smūgines bangas arba mikropurkštukus [16]. Sonoforezės pagalba įterpiant veikliąsias medžiagas į odą yra sukuriama mažytės nematomos skylutės odoje, kurios leidžia veikliosioms medžiagoms patekti

giliau. Ultragarso bangos sukelia epidermyje mikrovibraciją, dėl to padidinamas transderminis medžiagų pateikimas į epidermį ir dermą, suaktyvinama limfinė sistema, mažinamas veido pabrinkimas, pagreitinamas odos atsinaujinimo procesas, sureguliuojamas odos pH [16, 17].

Ultragarso procedūra aktyvina oksidacijos-redukcijos procesus, skatina kolageno ir elastino gamybą, stimuliuoja ląstelių atsinaujinimą, giliai drėkina odą, atkuria odos medžiagų apykaitą ir padeda giliau prasiskverbti aktyviems elementams. Skiriamos 3 ultragarso dažnio sritys: žemo (20–100 kHz), vidutinio (100 kHz–10 MHz) ir aukšto (10 MHz–1 GHz) dažnio. Kiekvienos srities ultragarsas turi savitą žadinimo, sklidimo, priėmimo ir taikymo ypatybių. Nedidelės ultragarso dozės, tokios kaip veido valymo ultragarsu metu, padeda mažinti skausmą, stimuliuoja kraujotaką, audinių mitybą [15]. Veido valymas ultragarsu turi pranašumą kitų metodų atžvilgiu, nes veikia odą jos nespausdamas ar neištempdamas, neardo odos paviršinių sluoksnių. Taip pat šis veido valymo būdas neturi kontraindikacijų, nenaudojamos stiprios cheminės medžiagos, kurios galėtų sukelti alergines reakcijas. Neinvazinės ultragarso procedūros poveikis odai pasiekiamas nepažeidžiant odos barjero, nenaudojant mikroinjekcijų ar adatų.

Naudojant ultragarso technologiją giliai išvaloma ir nušveičiama oda, taip pat išskiriami komedonai (inkštirai) ir pašalinamos spuogus sukeliančios bakterijos [18, 19]. Kiti autoriai teigia, kad ultragarso poveikį odai lemia trys faktoriai: fizinės ir cheminės priemonės, kurios bus naudojamos, ultragarso dažnis bei veido odos būklė [17, 20]. Ultragarso bangos sąveikauja su oda, dėl jų poveikio skirtinguose sluoksniuose pasikeičia tankis, pH ir cheminės sudedamosios dalys (1 lentelė).

1 lentelė. Valymo ultragarsu procedūros poveikis veido odai

Odos šveitimas	Odos struktūros pokyčiai	Odos funkcijos pagerinimas
<i>Gilus porų valymas</i> Tirpina nešvarumus, kurie gali sukelti odos įtrūkimus ir dėmes	<i>Lygesnė odos tekstūra</i> Šveitimas pašalina nešvarumus, atskleidžia glotnesnę veido spalvą	<i>Geresnis odos maitinimas</i> Švarios, neužsikimšusios poros geriau pasisavina maistines medžiagas
<i>Švelnus šveitimas</i> Neabrazyvinis šveitimas, kuris nepažeidžia kapiliarų ir nedirgina odos	<i>Išlygina odos atspalvį</i> Šveitimas padeda pagreitinti ląstelių atsinaujinimą, kad oda būtų šviesesnė	–
<i>Sumažina porų dydį</i> Švarios poros po šveitimo susitraukia iki normalaus dydžio	<i>Lygesnė odos tekstūra</i> Šveitimas pašalina nešvarumus, atkuria glotnesnę veido spalvą	–

Šaltinis: sudaryta pagal Flair (2022)

Procedūros ultragarsu metu fokusuota ultragarso energija prasiskverbia į dermą ir paviršinę raumenų aponeurotinę sistemą. Proceso metu sukeliama vibracija, šildomi odos ir raumenų sluoksniai, išskiriama energija skatina baltymų koaguliaciją, didina kolageno kiekį. Skirtingas procedūros ultragarsu poveikis tinka riebiai odai, nes užtikrinamas ne tik odos valymas, bet ir giluminis riebalinių liaukų valymas, porų susitraukimas, dėl to oda mažiau riebaluojasi ir prakaituoja.

Apibendrinimas

Anot kai kurių autorių [19, 21], riebios veido odos valymo ultragarsu poveikis yra trejopas. Šveitimo metu (mechaninis-fizinis) ultragarsu sukeliama mikrovibracija tarpląsteliniam lygmenyje. Apykaitos produktų atidavimas ląsteliniam lygmenyje atspindi reorganizacinius vidinius ląstelėje vykstančius procesus. Terminio proceso metu šilumos gamyba gerina mikrocirkuliaciją odoje. Šio proceso metu odos temperatūra pakyla nuo 1 iki 2° C,

padidėja mainų reakcija ląstelių lygmenyje ir apie 13 proc. padidėja medžiagų apykaitos procesas audinyje. Sukietėjusių ląstelių sluoksnis pakeičiamas naujomis ląstelėmis kas 27 dienas. Nesilaikant riebios veido odos valymo rutinos, sutrinka odos kvėpavimo procesas, sustorėja raginis paviršinis sluoksnis, oda tampa pilkšva, raukšlėjasi, blogiau pasisavinami kasdieniniai kosmetiniai kremai, turintys veikliosios medžiagos. Riebios odos priežiūrai svarbios profilaktinės priemonės, ypač higiena (nešvarumai sąlygoja greitesnę odos „užteršimą“). Odos riebalai sudaro palankią terpę bakterijoms daugintis, todėl svarbu neliesti veido odos rankomis, nenaudoti agresyvių šveitiklių, kurie gali nunešti uždegimą į kitą veido vietą. Kai kurie autoriai rekomenduoja švelniomis ir nedžiovinančiomis kosmetinėmis odos priemonėmis veidą valyti kas keturias valandas [18, 22]. Odos priežiūros kasdieninės rutinos esminis veiksmas yra sebumo losjonų naudojimas, kurie atkuria odos balansą, palaiko odos pH, padidina kitų priežiūros priemonių veiksmingumą, padeda išvengti odos trūkumų. Svarbu nenaudoti kosmetinių preparatų su dirginančia kosmetine veikliąja medžiaga, kuri suerzina odą, dėl to padaugėja odos riebalų. Rekomenduojamos tokios veikliosios medžiagos, kurios tirpdo keratininį odos sluoksnį, neleidžia užsikimšti odos poroms, reguliuoja riebalų išskyrimo funkciją, veikia antiseptiškai ir gerina odos būklę.

Išvados

1. Riebi veido oda dėl hormoninių sutrikimų skatina sebumo gamybą, oda linkusi blizgėti, riebaluotis, turi bėrimų ir užsikimšusių porų. Egzogeninis poveikis įjautrina odos būseną. Sveikos odos pusiausvyrai palaikyti svarbi kasdieninė veido odos priežiūros rutina.
2. Ultragarso bangos, parinktos pagal veido odos laidumą elektros srovei, teigiamai veikia riebią veido odą, predisponuoja veikliųjų medžiagų patekimą į giliuosius odos sluoksnius, gerina veido odos elastingumo lygį, hidrataciją, mažina sebumo lygį.

Literatūra

1. Campbell S. How is ultrasound technology used for ultrasonic skin cleansing? 2021. [Žiūrėta: 2024-01-05] Prieiga per internetą: <https://www.evenskyn.com/blogs/skin-beautyarticles/how-is-ultrasound-technology-used-for-ultrasonic-skin-cleansing>
2. Porsborg S. R., Pierchala M., Trole V., Astafiev K., et al. Exploring the Potential of Ultrasound Therapy to Reduce Skin Scars: An In Vitro Study Using a Multi-Well Device Based on Printable Piezoelectric Transducers. *Bioengineering (Basel)*. 2023; 10(5): 566. doi: [10.3390/bioengineering10050566](https://doi.org/10.3390/bioengineering10050566)
3. Trelles M. A., Martínez-Carpio P. A. Clinical and histological results in the treatment of atrophic and hypertrophic scars using a combined method of radiofrequency, ultrasound, and transepidermal drug delivery. *Int. J. Dermatol.* 2016; 55:926–933. doi: [10.1111/ijd.13253](https://doi.org/10.1111/ijd.13253)
4. Conner-Kerr T., Oesterle M. E. Current perspectives on therapeutic ultrasound in the management of chronic wounds: A review of evidence. *Chronic Wound Care Manag. Res.* 2017;89–98. doi: [10.2147/CWCMR.S135982](https://doi.org/10.2147/CWCMR.S135982)
5. LuTheryn G., Glynne-Jones P., Webb J. S., Carugo D. Ultrasound-mediated therapies for the treatment of biofilms in chronic wounds: A review of present knowledge. *Microb. Biotechnol.* 2020;13:613–628. doi: [10.1111/1751-7915.13471](https://doi.org/10.1111/1751-7915.13471)
6. Andersen J. I., Pennisi C. P., Fink T., Zachar V. Focal Adhesion Kinase Activation Is Necessary for Stretch-Induced Alignment and Enhanced Differentiation of Myogenic Precursor Cells. *Tissue Eng. Part A*. 2018; 24:631–640. doi: [10.1089/ten.tea.2017.0137](https://doi.org/10.1089/ten.tea.2017.0137)
7. Possible Effects on Health of Ultrasound Exposure, Risk Factors in the Work Environment and Occupational Safety Review. *Healthcare* 2022; 10(3), 423; <https://doi.org/10.3390/healthcare10030423>
8. Angelo-Khattar M. Objective Assessment of the Long-Term Volumizing Action of a Polycaprolactone-Based Filler. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, 2022; 15, 2895–2901. <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.2147/CCID.S385202?needAccess=true>

9. Brennan D. (2021). How to remove a comedo. [Žiūrėta: 2024-01-06]. Prieiga per internetą: <https://www.webmd.com/skin-problems-and-treatments/acne/how-to-remove-a-comedo>
10. Castillo D. E., Keri J. E. Chemical peels in the treatment of acne: patient selection and perspectives. *Clinical, cosmetic and investigational dermatology*, 2018; 11, 365–372.
11. Chen X., Wang S., Yang, M., et al. Chemical peels for acne vulgaris: a systematic review of randomised controlled trials. *BMJ Open*, 2018; 8(4).
12. Flair S. Everything you need to know about ultrasonic skin scrubbers, 2022. [Žiūrėta: 2024-01-06]. Prieiga per internetą: <https://www.projectbeauty.com/blogs/news/everything-you-need-to-know-about-ultrasonic-skin-scrubbers>
13. Yang J., Yang H., Xu A., & He L. A Review of Advancement on Influencing Factors of Acne: An Emphasis on Environment Characteristics. *Frontiers in Public Health*, 2020; 8, 450. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00450>
14. Jacques R., Dancer R. What does salicylic acid do? 2021. [Žiūrėta: 2024-01-04]. Prieiga per internetą: <https://www.allure.com/story/what-does-salicylic-acid-do>
15. Johnson J. Top six home treatments for oily skin. 2020. [Žiūrėta: 2024-01-04]. Prieiga per internetą: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/321090#symptoms>
16. Kolhe N. Daily skin care routine for oily skin, 2021. [Žiūrėta: 2023-01-04]. Prieiga per internetą: <https://skinkraft.com/blogs/articles/skincare-routine-for-oily-skin>
17. Levy J., Barrett D. L., Harris N., et al. High-frequency ultrasound in clinical dermatology: a review. *The Ultrasound Journal*, 2021;13(24), 1–12. <https://theultrasoundjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s13089-021-00222-w>
18. Olsson R. The different skin benefits of azelaic acid. 2022. [Žiūrėta: 2024-01-05]. Prieiga per internetą: <https://www.bannerhealth.com/healthcareblog/teach-me/azelaic-acid-and-its-benefits>
19. Manikkath J., Hegde A. R., Kalthur G., et al. Influence of peptide dendrimers and sonophoresis on the transdermal delivery of ketoprofen. *Int Journal Pharm*, 2017; 521(1–2), 110–119. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28163223/>
20. Park D., Song G., Jo Y., et al. Sonophoresis Using Ultrasound Contrast Agents: Dependence on Concentration. *Journal plos one*, 2016; 11(6). <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0157707>
21. Shin K. O., Park H. S. Anti-aging Cosmeceuticals in Korea and Open Innovation in the Era of the 4th Industrial Revolution: From Research to Business. *Sustainability*, 2019; 11, 898. <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/3/898>
22. Tao Y., Wei C., Su Y., et al. Emerging High-Frequency Ultrasound Imaging in Medical Cosmetology. *Frontiers in Physiology*, 2022; 4, 1–13. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9289277/>