



HÁSKÓLI ÍSLANDS

BS ritgerð

í tannsmíði

Framtannaskeljar: Samanburður á framleiðsluaðferðum

Fræðilegt yfirlit

Arndís Hjörleifsdóttir

Leiðbeinandi: Ásthildur Þóra Reynisdóttir, aðjúnt

júní 2024

TANNLÆKNADEILD

Framtannaskeljar: Samanburður á framleiðsluaðferðum

Fræðilegt yfirlit

Arndís Hjörleifsdóttir

Lokaverkefni til BS-prófs í tannsmíði

Leiðbeinandi: Ásthildur Þóra Reynisdóttir, aðjúnt



Heilbrigðisvísindasvið

júní 2024

Framtannaskeljar: Samanburður á framleiðsluaðferðum
16 eininga ritgerð sem er hluti af *Baccalaureus scientiarum* gráðu í tannsmíði.

Höfundarréttur © 2024. Arndís Hjörleifsdóttir
Öll réttindi áskilin

Háskóli Íslands
Tannlæknadeild
Námsbraut í tannsmíði
Vatnsmýrarvegi 16
101 Reykjavík
Sími: 525 4892

Skráningarupplýsingar:
Arndís Hjörleifsdóttir (2024). *Framtannaskeljar: Samanburður á framleiðsluaðferðum*, BS ritgerð. Tannlæknadeild, Háskóli Íslands.
[Anterior veneers: Comparison of production methods].

Prentun: Svansprent
Reykjavík, júní 2024

Útdráttur

Tilgangur: Markmið lokaverkefnisins er að fjalla um þróun í framleiðslu framtannskelja, þar sem áhersla er lögð á að skoða þá þætti sem stuðla að farsælli útkomu fyrir sjúklinga. Með heimildarýni var leitað svara við rannsóknarspurningunni: *Er meðferð sjúklinga (18 ára og eldri) sem þurfa skeljar sem tanngervi á framtennur, jafn árangursrík, með tafarlausri tannsmíði í stól hjá tannlækni og þegar tanngervið er framleitt hjá tannsmíð?*

Aðferðir: Til að svara rannsóknarspurningunni var notað fræðilegt yfirlit þar sem rýnt var í fyrirliggjandi rannsóknir um viðfangsefnið. Heimildarýni byggir á því að afla gagna úr fyrirliggjandi heimildum og rannsóknum sem nýttar voru til úrvinnslu á niðurstöðum. Heimilda var leitað í bókfræðilegum gagnasöfnum eins og PubMed, Google scholar, Web of Science og Scopus, frá 18. til 22. mars 2024.

Niðurstöður: Samtals 13 rannsóknir uppfylltu leitarskilyrðin varðandi samanburð á framleiðsluaðferðum framtannskelja. Greinarnar voru flokkaðar eftir efnisinnihaldi og tegund tannskelja. Niðurstöður rannsókna sýndu að postulínsskeljar hafa algera yfirburði á flestum sviðum. Í ljós kom að þær hafa hærra árangurshlutfall en tafarlausar skeljar, ásamt því að halda lit sínum betur. Tafarlausar skeljar verða fyrir frekari áhrifum af vinsælum drykkjum, sem getur haft verulegar afleiðingar á útlit tannskeljanna þegar til lengri tíma er litið.

Ályktun: Ályktað er að postulínsskeljar geti verið ákjósanlegur kostur fyrir sjúklinga sem leita að langvarandi og fallettri útkomu. Þó er mikilvægt að taka til umhugsunar að postulínsskeljar eru óafturkræfar þar sem undirbúningur á náttúrulegum tönnum er oftast nauðsynlegur. Aftur á móti koma tafarlausar skeljar fram sem raunhæfur valkostur fyrir sjúklinga sem leita að hagkvæmum meðferðum sem krefjast lítills inngríps. Þó að tafarlausar skeljar hafi almennt minna brotþol og litastöðugleika, samanborið við hefðbundnar postulínsskeljar, bjóða þær upp á aðra kosti hvað varðar kostnað, tíma og eru afturkræfar í flestum tilfellum.

Efnisorð: Tannskeljar, framleiðsluaðferðir, tanngervi, tannsmíði.

Abstract

Purpose: The aim of this study is to discuss developments in the production of anterior veneers, focusing on factors that contribute to a successful outcome for patients. A literature review was conducted to answer the research question: *Is the treatment of patients (aged 18 and over) who require anterior veneers, equally effective, with direct veneers as with the production of indirect veneers?*

Methods: To answer the research question, a literature review was conducted, where the existing studies on the subject were reviewed. A literature review is based on collecting data from existing sources and studies that were used to process the results. The search was performed using bibliographic databases such as PubMed, Google Scholar, Web of Science and Scopus. The search took place from March 18 to March 22, 2024.

Results: A total of 13 studies met the search criteria regarding the comparison of production methods for anterior veneers. The articles were categorized by content and type of veneer. The search findings revealed that porcelain veneers outperform on most fronts. It was found that porcelain veneers have a higher success rate than direct composite veneers, in addition to better colour stability. Direct composite veneers are more likely to be affected by popular beverages, which can have significant consequences on the appearance of the veneers over time.

Conclusion: It is concluded that porcelain veneers may be a preferable option for patients seeking a long-lasting and aesthetically pleasing outcome. However, it is important to consider that porcelain veneers are irreversible as preparation of natural teeth is often necessary. On the other hand, direct composite veneers emerge as a viable option for patients seeking cost effective treatments that require minimal intervention. Although direct composite veneers generally have less fracture resistance and colour stability compared to traditional porcelain veneers, they offer other advantages in terms of cost, time and are reversible in most cases.

Key words: Veneers, production methods, prosthetics, dental technology.

Þessi ritgerð er tileinkuð fagfólki í starfsgreininni og almenningi.

Formáli

Arndís Hjörleifsdóttir vann þetta lokaverkefni til BS gráðu í tannsmíði við Tannlæknadeild Háskóla Íslands. Verkefnið stóð yfir í sex mánuði, frá október 2023 til apríl 2024 og telur 16 ECTS einingar. Höfundur verkefnisins hóf nám sitt við tannsmíði árið 2021 og valdi þetta viðfangsefni vegna áhuga síns á framtannaskeljum og broshönnun. Hún hefur áður skoðað notkun postulínsskelja og ákvað að dýpka rannsóknir sínar í tengslum við aðrar framleiðsluáferðir tannskelja, sem er lítið rannsakað svið á Íslandi. Með ritgerðinni stefnir höfundur að því að auka vitund og þekkingu, bæði hjá almenningi og fagfólki um notkun framtannskelja og þær framleiðsluáferðir sem eru í boði.

Efnisyfirlit

Útdráttur	i
Abstract	ii
Formáli	v
Efnisyfirlit.....	vi
Töflur	vii
Hugtök og skammstafanir.....	viii
Þakkir	ix
1 Inngangur	1
2 Fræðilegur bakgrunnur	3
2.1 Söguleg þróun tannskelja	3
2.2 Framleiðsluaðferðir framtannaskelja.....	4
2.2.1 Postulínsskeljar.....	4
2.2.2 Tafarilausar skeljar	5
2.3 Efni tannskelja.....	7
2.3.1 Feldspat	7
2.3.2 Lithium disilicate.....	7
2.3.3 Zirconia	8
2.3.4 Composite.....	9
2.4 Ábendingar og frábendingar.....	10
2.4.1 Langlíf og viðhald	10
2.4.2 Fagurfræðileg útkoma og ánægja sjúklinga	11
2.5 Tækniframfarir	12
2.5.1 CAD/CAM	12
2.5.2 Digital Smile Design (DSD)	12
2.5.3 Meðferðir sem krefjast lítills inngríps	12
2.6 Val á framleiðsluaðferðum	14
3 Aðferðafræði.....	15
3.1 Rannsóknaraðferð.....	15
3.1.1 Gagnasöfnun.....	15
3.1.2 Gagnagreining	16
3.1.3 Styrk- og veikleikar	18
4 Niðurstöður.....	19
4.1 Árangur tafarlausra skelja.....	19
4.2 Samanburður tafarlausra skelja og postulínsskelja.....	20
4.3 Árangur postulínsskelja	22

5 Umræður	24
5.1 Árangur tafarlausra skelja.....	24
5.2 Samanburður tafarlausra skelja og postulínsskelja.....	25
5.2.1 Brotstyrkur	25
5.2.2 Litastöðugleiki.....	25
5.2.3 Glerungsgallar	26
5.2.4 Slitþol	26
5.2.5 Langlífi og árangurshlutfall.....	26
5.3 Árangur postulínsskelja	27
5.4 Almenn umræða	28
5.5 Ályktun.....	29
Heimildir	31

Töflur

Tafla 1. <i>Viðfangsefni rannsóknar samkvæmt PICO viðmiðum</i>	2
Tafla 2. <i>Inntöku- og útilokunarskilyrði heimilda sem notaðar verða í fræðilegt yfirlit</i>	15
Tafla 3. <i>Leitarskilyrði og niðurstöður</i>	16
Tafla 4. <i>Helstu einkenni greina sem valdar voru í fræðilegt yfirlit</i>	17

Hugtök og skammstafanir

<i>Afsteypa:</i>	(e. Model): Gerð afsteypa er mikilvægt ferli í mörgum tannlæknisverkum. Til eru mismunandi tegundir afsteypa sem gerðar eru með því að hella gífsi í mát af munnholi sjúklings. Til að hægt sé að hanna og búa til bæði föst og laus tanngervi á afsteypur verða þær að vera nákvæmar eftirlíkingar af munnholi sjúklings.
<i>Álegg:</i>	(e. Onlay): Tanngervi, álegg sem þekur yfirborð bitflata líffræðilegs krónuhluta tannar (e. extra-coronal).
<i>CAD/CAM</i>	(e. Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturer): Tækni sem felst í notkun á hugbúnaði, vélum og tækjum sem aðstoða tannlækna og tannsmiði við hönnun og smíði tanngerva á vélrænan hátt.
<i>Direct/indirect:</i>	Tann- viðgerðir og gervi eru ýmist unnin beint í munn (e. direct) eða utan munns, t.d. á tannsmíðaverkstæði, og síðan komið fyrir í munn (e. indirect).
<i>Fræsing:</i>	(e. Milling): Þegar tanngervi er framleitt í CAM tækjabúnaði.
<i>Glerungur:</i>	Harðasti vefur líkamans. Myndar ysta hjúp krónuhluta allra tanna og ver tannbein þeirra.
<i>Gómur:</i>	Efri hlutur munnsins sem aðskilur munnholið frá nefholinu. Gómurinn skiptist í tvennt. Harði gómur er frammar í munn en mjúki gómur aftar.
<i>Grannfletir:</i>	Hver tönn hefur fjóra hliðarfleti sem bera nafn eftir stefnu sinni; nærflötur (e. mesial surface), fjarflötur (e. distal surface), innflötur (e. lingual surface) og útflötur (e. facial surface). Nær- og fjarfletir tanna kallast einu nafni grannfletir. Nærflötur tannar er nær miðlínu sjúklings en fjarflötur hennar er fjær miðlínu. Miðlína er ímynduð lína sem liggur lóðrétt frá nefbroddi að höku sjúklings.

<i>Heilpostulínskróna:</i>	(e. All ceramic crown): Króna sem er öll úr postulíni. Eftir atvikum öll úr styrktu postulíni, til dæmis lithium disilicate, eða með styrktum kjarna og ábrenndu postulíni sem hefur minni styrkleika en betri fagurfræðilega eiginleika.
<i>Innlegg</i>	(e. Inlay): Tanngervi, innlegg sem er smíðað innan líffræðilegs krónuhluta tannar (e. intra-coronal).
<i>Labial:</i>	Sú hlið tanna sem snýr að vörum á framtönnum og augntönnum. Varalægt.
<i>Mát:</i>	(e. Dental impression): Neikvæð eftirmynd af munnholi hvort heldur sem af tönnum, tannlausum rimum eða nærliggjandi umhverfi. Steypt er í mátið með gífsi og verður þá til jákvæð afsteypa af munnholinu.
<i>Munnhol:</i>	(e. Oral cavity): Holrýmið frá vörum og aftur að munnkoki.
<i>Munnskanni:</i>	(e. Oral scanner): Skanni til að flytja upplýsingar um aðstæður í munni yfir í forrit á stafrænu formi. Munnskanni er notaður beint í munnholi og því er máttaka óþörf. Býður upp á að skanna mát, gifslíkan eða hvort tveggja.
<i>PFM eða PBM</i>	(e. Porcelain fused to metal): Skammstöfunin stendur fyrir vinnsluaðferð í tannsmíði, þegar postulín er brennt á málmkjarna.
<i>Rótfylling:</i>	Er gerð þegar skemmd nær inn að tauga- og æðavef tannarinnar til að koma í veg fyrir sýkingu í tönninni og aðlægu kjálkabeini. Tauga- og æðavefurinn er fjarlægður og í stað hans er komið fyrir efni sem lokar og þéttir innra rými tannarinnar.
<i>Tanngervi</i>	(e. Prosthesis) Kemur í stað tanna að hluta til eða í heild, getur verið bæði fast eða laust.
<i>Tannhold:</i>	(e. Gingiva): Slímhúð í munnholi og umhverfis tennur, skiptist í laust og fast tannhold, hjálpar til við að halda tönnum í stæði sínu.

Tannlýsing: (e. Tooth bleaching): Meðferð sem lýsir náttúrulegan lit tanna. Ýmsar aðferðir eru til, en oftast er notast við einhvers konar tannlýsingarefni. Einnig talað um sem tannhvíttun.

Tannskemmdir/tannáta: (e. Dental caries/dental decay): Skemmdir í tönnum, holumyndun af völdum sýkla. Tannáta er tannskemmd í tannbeini og glerungi og getur verið misalvarleg. Hún er auðkennd eftir alvarleika eftir því hversu djúp skemmdin er í tönninni.

Þakkir

Ég vil þakka leiðbeinanda mínum henni Ásthildi Þóru Reynisdóttur, aðjúnkt námsbrautar í tannsmíði við Háskóla Íslands fyrir gott samstarf og faglega leiðsögn við gerð þessarar ritgerðar. Þá vil ég einnig færa Ýri Þórðardóttur kærar þakkir fyrir yfirlestur og verðmætar ábendingar. Að lokum vil ég þakka fjölskyldu, vinum og bekkjarsystrum mínum fyrir ómetanlegan stuðning og hvatningu á meðan ritgerðarskrifum stóð.

1 Inngangur

Endanlegt markmið allra tanngerva er að endurheimta virkni og útlit, koma í veg fyrir endurteknar tannskemmdir og stuðla að vellíðan sjúklunga. Undanfarin ár hefur eftirspurn eftir fagurfræðilegum tanngerfum aukist. Fólk virðist vera í auknum mæli að leita leiða til þess að bæta útlit brossins, oft með því markmiði að bæta sjálfsöryggi sitt. Vegna aukinnar fagurfræðilegrar eftirspurnar hafa tannskeljar gjarnan verið notaðar til endurnýjunar á framtannasvæði. Hins vegar, vegna framboðs á efnum, stendur meðferðaraðilinn frammi fyrir því vandamáli hvaða nálgun á að nota að hverju sinni (Alothman og Bamasoud, 2018).

Tannskeljar eru þunnar, sérhannaðar skeljar unnar úr efnum eins og postulíni (e. Porcelain) eða tannlituðu fyllingarefni (e. Composite resin). Skeljar eru hannaðar til þess að hylja yfirborð tanna í von um að bæta útlit þeirra. Ásetning þeirra felur venjulega í sér að fjarlægja lítið magn af glerungi tanna til þess að skapa pláss fyrir tannskelina. Meðferðin er því óafturkræf þar sem glerungurinn endurnýjar sig ekki (Ranjzad o.fl., 2022). *Smíðaðar skeljar* (e. *Indirect veneers*) er sú aðferð þegar tanngervið er hannað og framleitt á tannsmíðastofu og tannlæknir límir það í munn sjúklings. Postulín er yfirleitt notað við framleiðslu þessara skelja. *Tafarlausar skeljar* (e. *Direct veneers*) er þegar tannlæknir útbýr skelina í munn sjúklings með tannlituðu fyllingarefni, sem er ljóshert plastefni en búist er við því að þessi aðferð taki styttri tíma.

Hér á landi liggja ekki fyrir aðgengilegar upplýsingar fyrir almenning um tannskeljar sem eru framleiddar hjá tannlækni annars vegar og tannsmíð hins vegar. Með því að skoða rannsóknir á þessu sviði er hægt að gera samanburð og draga saman upplýsingar um virkni og endingu tannskelja eftir mismunandi framleiðsluaðferðum. Slíkur samanburður er hjálplegur til að greina ánægju sjúklunga, gera áhættumat til dæmis á endingu, kanna kostnaðarhagkvæmni, tæknilegar framfarir og þróun í aðferðum á sviði fegrunartannlækninga. Ákvörðunartaka meðferðaraðila getur haft mikil áhrif á sjúklunga sem eyða bæði tíma og fjármunum í tannlæknameðferðir, með von um langvarandi árangur. Upplýsingar um mismunandi gerðir tanngerva, kosti þeirra og galla hjálpa til við

að setja fram raunhæfar væntingar og aukast líkur á því að sjúklingar verði ánægðir með endingu og virkni tanngervisins.

Markmið lokaverkefnisins er að fjalla um þróun í framleiðslu framtannskelja, þar sem áhersla er lögð á að skoða þá þætti sem stuðla að farsælli útkomu fyrir sjúklinga. Í þessu samhengi gætu mismunandi aðferðir, framleiðslutækni og efnisval skipt máli fyrir árangur og endingu framtannskeljanna.

Með heimildarýni verður leitað svara við rannsóknarspurningunni: *Er meðferð sjúklinga (18 ára og eldri) sem þurfa skeljar sem tanngervi á framtennur (P), jafn árangursrík (O), með tafarlausri tannsmíði í stól hjá tannlækni (I) og þegar tanngervið er framleitt hjá tannsmið (C)?*

Stuðst er við PICO viðmið og er rannsóknarspurningin skilgreind út frá klínísku vandamáli (Tafla 1).

Tafla 1. Viðfangsefni rannsóknar samkvæmt PICO viðmiðum

	Meginviðfangsefni
P (e. Problem) – Vandamálið	Fullorðnir með tanngervi á framtönnum
I (e. Intervention) – Íhlutun	Tafarlaus smíði tannskelja hjá tannlækni (e. Direct)
C (e. Comparison) – Samanburður	Smíði tannskelja hjá tannsmið (e. Indirect)
O (e. Outcome) – Afrakstur	Jafn árangursríkar aðferðir

2 Fræðilegur bakgrunnur

2.1 Söguleg þróun tannskelja

Margir gætu haldið að tannskeljar séu tiltölulega nútímaleg uppfinning, en svo er ekki. Tannskeljar voru fyrst þróaðar af tannlækninum Charles Pincus árið 1928 með þeim tilgangi að breyta útliti leikara í kvikmyndatöku. Upprunalega voru skeljarnar framleiddar úr akrýlefni sem Pincus festi framan á náttúrulegar tennur. Hann hélt áfram að þróa hugmynd sína í gegnum árin en hann skorti lím eða bindiefni (e. Resin-based cement) til þess að halda tanngervinu á sínum stað (Greggs, 1988).

Á næstu tuttugu árum var lítil þróun á framleiðslu tannskelja. Hins vegar urðu þær mjög eftirsóttar hjá leikurum í Hollywood. Þessi þróun varð til þess að fleiri tannlæknar viðurkenndu að tannskeljar gætu haft umtalsverðan ávinning fyrir breiðari hóp, umfram leikara og leikkonur (Greggs, 1988). Leitin að náttúrulegum tanngervum leiddi til verulegra framfara og hófst framleiðsla á tannskeljum úr tannlituðu fyllingarefni og postulíni. Skeljar framleiddar úr postulíni reyndust betri hvað varðar endingu og útlit, samanborið við tannlituðu fyllingarefnin (El-Mowafy o.fl., 2018). Þrátt fyrir þessar efnisbætur voru enn áskoranir hvað varðar bindingu. Þróun glerungsætingar (e. Enamel etching) árið 1959 og sýruætingar postulíns árið 1982 sýndi fram á að postulín gæti bundist eigin tönnum með tannlími úr plastefni (Garber og Goldstein, 1988).

Á undanförunum árum hafa framfarir í tannsmíði, svo sem tölvustýrð hönnun og framleiðsla (e. CAD/CAM) gjörbylt nákvæmni og sérsmíði tannskelja. Tannskeljar, sem framleiddar eru í dag, bjóða upp á blöndu af fagurfræði og virkni, sem kemur til móts við fjölbreyttar þarfir sjúklinga (Silva o.fl., 2017). Efni tannskelja hafa þróast hratt og í dag er postulín og tannlitað fyllingarefni aðallega notað við framleiðslu þeirra.

2.2 Framleiðsluaðferðir framtannaskelja

Fyrir sjúklinga virðist útlit tanngervis vera jafn mikilvægt og virkni þess, og þá aðallega á framtannasvæði. Algengt klínískt ástand í tannlækningum eru áverkar þar sem brot er á framtönn í efrigóm (Wiegand o.fl., 2005). Vegna þróunar bindiefna hefur fjölbreytni meðferða aukist í samræmi við hana og í sumum tilfellum getur brotið verið límt aftur á (Peumans o.fl., 1997). Þetta getur leitt til ánægjulegrar niðurstöðu fyrir sjúklinginn með tiltölulega litlum kostnaði. Ef brotið tapast eru tveir aðrir valkostir sem koma til greina: Endurreisn með tafarlausum skeljum eða með smíði á postulínsskeljum (e. Porcelain veneers) (Christensen, 2004a).

2.2.1 Postulínsskeljar

Í nútíma tannlækningum hafa postulínsskeljar fengið það orðspor að vera ein farsælasta meðferðin á framtannasvæði. Tanngervi úr postulíni, þá sérstaklega þunnar postulínsskeljar eru vinsælar, bæði meðal meðferðaraðila og sjúklinga, vegna þess að þær líkja eftir útliti og ljóma náttúrulegra tanna (Sa o.fl., 2018).

Postulínsskeljar eru tanngervi úr þunnum lögum af keramíkefni (e. Ceramic) sem endurheimta framfleti (e. Facial), nærfleti (e. Proximal surfaces) og bitkannt (e. Incisal edge) framtanna sem krefjast fagurfræðilegrar meðferðar (El-Mowafy o.fl., 2018). Postulínsskeljar eru hannaðar og framleiddar af tannsmið og eru límdar á framflöt tanna af tannlækni. Skeljarnar bindast við glerung tannanna með sérstöku bindiefni (Haralur, 2018).

Ferlið við að smíða postulínsskeljar hefst með tíma hjá tannlækni, þar sem rætt er um meðferðaráætlun, væntingar og þá valmöguleika sem eru í boði. Verði niðurstaðan sú að postulínsskeljar henti viðkomandi, undirbýr tannlæknirinn tennurnar og tekur mát. Mátin eru send til tannsmiðs, sem hannar og smíðar skeljarnar í samræmi við óskir sjúklings. Að lokum eru skeljarnar límdar á yfirborð tanna með bindiefni og bit er athugað til að tryggja rétta virkni og staðsetningu tanna. Sjúklingurinn fær leiðbeiningar varðandi munnhirðu og viðhald til að tryggja besta mögulega árangur tannskeljanna (Smielak o.fl., 2022).

Postulínsskeljar búa yfir einstökum fagurfræðilegum eiginleikum, þar á meðal náttúrulegu hálf gagnsæi og litasamsvörun. Gagnsætt eðli postulíns líkist mjög náttúrulegum glerungi, hleypir ljósi í gegn og gefur tannskeljum líflegt yfirbragð (McLaren og LeSage, 2011). Tannsmiðir geta sérsníðið lit og ógagnsæi tanngervisins þannig að skeljarnar blandast

óaðfinnanlega við náttúrulegar tennur sjúklings. Að auki litast postulínsskeljar ekki auðveldlega og halda lit sínum og birtu vel, með réttri umhirðu (Calamia og Calamia, 2007).

Helsti kostur postulínsskelja á framtannasvæði er langlífi (D'Arcangelo o.fl., 2012). Postulín slitnar minna samanborið við tannlituð fyllingarefni og litastöðugleiki þess þolir allt að tíu ára klíniska notkun (Gresnigt o.fl., 2021). Ein klínísk rannsókn leiddi í ljós að árangur af postulínsskeljum getur náð 98,8% eftir sex ár (Della Bona og Kelly, 2008). Ófullnægjandi brúnir tanngervis og brot á postulíninu teljast helstu orsakir skemmda á tanngervinu, en innan við 5% af postulínsskeljum skemmast eftir fimm ár vegna taps á bindingu og brota.

2.2.2 Tafarlausar skeljar

Tafarlausar skeljar hafa náð miklum vinsældum í tannlækningum, sérstaklega meðal sjúklinga sem eru með heilbrigðar tennur en leita leiða til að bæta útlit þeirra. Vegna stöðugra umbóta á fagurfræðilegum og eðlisfræðilegum eiginleikum, hafa tafarlausar skeljar verið mikið notaðar í klínískri starfsemi (Wolff o.fl., 2010).

Tafarlausar skeljar er meðferð sem krefst lítills inngrips og er notuð til að bæta útlit náttúrulegra tanna. Tannlitað fyllingarefni er notað við framleiðslu þessara skelja og er því komið fyrir á framfleti tanna, sem er mótað og slípað í stól hjá tannlækni. Tannlitað fyllingarefni er samansett úr blöndu af plastefni og fylliefni. Efnið er fánlegt í mörgum litbrigðum og hægt er að sérsníða það til að það passi við lit nærliggjandi tanna (Christensen, 2004b).

Ferlið við að smíða tafarlausar skeljar hefst með undirbúningi á yfirborði tannarinnar. Stundum er nauðsynlegt að fjarlægja lítið magn af glerungi ef lítið pláss er fyrir tannskelina en oft er engin þörf á slíkum undirbúningi. Tannlitaða fyllingarefnið er borið á í nokkrum lögum, þar sem hvert lag er hert með sérstöku ljósi áður en næsta lag er borið á. Að lokum er efnið mótað og pússað af tannlækni til að ná tilætluðum árangri (Korkut, 2018).

Tafarlausar skeljar bjóða upp á nokkra kosti umfram postulínsskeljar. Þær krefjast minna inngrips, fjarlægt er lítið sem ekkert af heilbrigðum tannvef og hægt er að framleiða tanngervið í einni heimsókn hjá tannlækni. Að auki eru tafarlausar skeljar ódýrari miðað við postulínsskeljar sem gera þær að hagkvæmari lausn fyrir sjúklinga (Gresnigt o.fl., 2021).

Þrátt fyrir marga kosti eru tafarlausar skeljar ekki gallalausar. Eitt algengt vandamál er næmni þeirra fyrir litun, sérstaklega frá dökklituðum matvælum, drykkjum og tóbaksvörum (Bernardo o.fl., 2007). Þó að tannlituð fyllingarefni séu ónæg fyrir blettum samanborið við náttúrulegan glerung tanna, geta þau samt litast með tímanum sem þarfnast reglubundinnar hreinsunar til að viðhalda útliti sínu. Auk þess eru tafarlausar skeljar líklegri til að brotna samanborið við postulínsskeljar, sérstaklega ef sjúklingur gnístir. Hins vegar er oft hægt að draga úr þessum göllum með réttri fræðslu fyrir sjúklinga og fyrirbyggjandi aðgerðum (Drummond, 2008).

Á heildina litið eru tafarlausar skeljar áhrifarík, fagurfræðileg meðferð sem getur bætt útlit náttúrulegra tanna. Þó að þær bjóði upp á nokkra kosti umfram postulínsskeljar, hafa þær einnig takmarkanir sem taka þarf tillit til.

2.3 Efni tannskelja

Efni tannskelja hafa þróast mikið á síðustu árum og þau sem voru notuð áður fyrr höfðu marga ókosti. Erfitt var að fela dökka liti án þess að gera tannskelina óeðlilega þykka og einnig voru erfiðleikar við að þússa efnið sem gat valdið núningi á mótlægum tönnum og átti það til að litast auðveldlega (Garber og Goldstein, 1988). Rannsakendur ásamt framleiðendum efnanna stefndu að því að þróa ný efni með betri fagurfræðilegum eiginleikum. Nokkrar tegundir efna eru í boði fyrir framleiðslu tannskelja, þau helstu eru feldspat, lithium disilicate, zirconia og composite efni (Jurado o.fl., 2020).

2.3.1 Feldspat

Eitt af algengustu efnunum til þess að framleiða postulínsskeljar er feldspatískt postulín. Aðalefnið í feldspatísku postulíni er feldspar; náttúrulegt gler sem inniheldur sílikonoxíð, áloxíð, kalíumoxíð og natríumoxíð (Layton og Walton, 2012). Feldspatískt postulín samanstendur af dufti og vökva, sem fylgt er eftir með brennslu í postulínsofni til ná fram endanlegri formfræði og lit tanngervisins (Assaf o.fl., 2023).

Feldspatískt postulín hefur marga kosti. Efnið er mjög þunnt svo það nær að vera nánast hálf gagnsætt sem leiðir til náttúrulegrar útkomu. Einnig krefst það minniháttar undirbúnings á náttúrulegum tönnum og þannig er glerungurinn varðveittur. Hægt er að æta feldspatískt postulín með flúorsýru sem veitir glerungnum mikinn bindistyrk (Layton og Walton, 2012). Lágmarks þykkt efnisins er minni en 0,5 mm, hvort sem fjarlægt er ysta lag glerungs eða ekki (Assaf o.fl., 2023).

Engu að síður hefur feldspatískt postulín nokkra ókosti. Það getur verið erfitt að hylja mislitaðar tennur vegna þess að postulínið er mjög þunnt. Enn fremur hefur verið greint frá því að æting á innra yfirborði efnisins getur valdið örprungum sem geta leitt til þess að sveigjanleiki (e. Flexural strenght) postulínsins minnkar og hættur eru á því að skelin brotni (Yen o.fl., 1993). Sveigjanleiki efnisins er 60 til 70 Mpa (Das og Dana, 2003).

2.3.2 Lithium disilicate

Lithium disilicate (LS2) er flokkað sem gler postulín. Það kom fyrst á markaðinn á níunda áratugnum og var kynnt sem „IPS Empress 2“ (Ivoclar Vivadent, schaan, Liechtenstein). Það innihélt 65% lithium disilíkat og sýndi fram á góða efnislega (e. Mechanical) eiginleika. Sveigjanleiki efnisins er 350 Mpa (Albakry o.fl., 2004; Zarone o.fl., 2016).

Í fyrstu var efnið fánlegt sem pressutöflur (e. Ingots) en framleiðsluaðferðin miðar að því að búa til afsteypu af tanngervinu og síðan er efninu pressað í afsteypuna undir hita (Fischer o.fl., 2005).

Árið 2005 var ný samsetning af LS2 markaðsett sem „IPS e.max Press“ (Ivoclar Vivadent), sem sýndi betri efnislega og útlitslega eiginleika. Sveigjanleiki efnisins er 370 – 460, sem er sambærilegur sveigjanleika náttúrulegra tanna (Bühler-Zemp o.fl., 2011).

LS2 getur verið notað við framleiðslu mismunandi tanngerva, þar með talið krónur (e. Crowns), brýr (e. Bridges), tannskeljar, innlegg (e. Inlay), álegg (e. Onlay) og tannplantastudd tanngervi. Efnið hentar vel fyrir tanngervi á framtannasvæði vegna gagnsæis og litasamhæfingar (e. Color-matching) efnisins. Einnig er hægt að nota efnið fyrir tanngervi staðsett aftar í munni, þó að nauðsynlegt gæti verið að styrkja það til að uppfylla kröfur um endingu (Etman og Woolford, 2010; Wolfart o.fl., 2009).

Hægt er að framleiða LS2 með því að nota pressaða postulínsaðferð eða CAD/CAM tækni (e. Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing). Þegar LS2 er framleitt með aðstoð CAD/CAM, er tölvustýrð hönnun og framleiðsla notuð við smíði tanngervisins (Willard og Gabriel Chu, 2018; Zarone o.fl., 2016).

2.3.3 Zirconia

Nýlega hefur einsleitt (e. Monolithic) zirconia verið notað við framleiðslu tannskelja. Áhugi á zirconia er vegna efnislegra og líffræðilegra eiginleika efnisins. Í fyrstu, var skortur á hálf gagnsæi sem hindraði notkun þess á framtannasvæði en gagnsæi hefur verið bætt á síðustu árum (Daneshpooy o.fl., 2019; Lee, 2015). Efnið er aðallega þekkt fyrir mikinn styrkleika og endingu, sem hentar vel fyrir tanngervi aftar í munni.

Zirconia, sem notað er í tannlækninum, er oftast umbreytt yttria (Y₂O₃) ferhyrindur zirconia polykristall (Y-TZP) (Bona o.fl., 2015; Miyazaki o.fl., 2013). Efninu yttria er bætt við til að koma stöðugleika á kristalsbygginguna og bætir það eðliseiginleika zirconia (Bona o.fl., 2015). Sveigjanleiki zirconia er 900 – 1200 Mpa, sem líkist styrk málmkróna frekar en annarra postulínsefna (Czechowski o.fl., 2023).

Þegar zirconia er notað við framleiðslu tanngerva er notast við CAD/CAM tækni (Bona o.fl., 2015). Tanngervið er þá hannað í tölvu með viðeigandi hugbúnaði og er fræst út með fræsivél (e. Milling machine). Að því loknu er tanngervinu komið fyrir í sintering ofni, sem sér um að koma zirconia uppbyggingunni í sitt endanlega form. Gert er ráð fyrir því

að zirconia minnki um 20% eftir sinteringu, en það hefur ekki náð sínu endanlega formi fyrr en því skrefi er lokið (Denry og Kelly, 2008). CAD/CAM tæknin gefur möguleika á því að framleiða tanngervi úr zirconia með nægilegri nákvæmni svo hægt sé að nota það í tannlækningum (Abduo o.fl., 2010; Boitelle o.fl., 2014).

Þrátt fyrir þá staðreynd að zirconia sé almennt ekki jafn gagnsætt og gler postulín, er hægt að ná fram miklu hálf gagnsæi ef gerðar eru þynnri zirconia skeljar eða um 0,3 mm á þykkt (Daneshpooy o.fl., 2019). Hins vegar hafa fáar rannsóknir sýnt fram á æskilegan lit í lokaútkomu tanngervis. Athygli vekur að óháð lit stautar og bindiefnis, leiðir þykkara zirconia tanngervi til lægra birtustigs. Ef zirconia er borið saman við feldspat eða önnur gler postulín, má horfa á styrkleika efnisins sem eina aðalkostinn (Daneshpooy o.fl., 2019; Elsaka og Elnaghy, 2016).

Mögulegt er að hanna og framleiða tannskeljar úr zirconia með ábrenndu postulíni á framfleti tanngervisins til þess að bæta útlit. Þó hafa rannsóknir sýnt fram á allt að 24% zirconium tanngerva með ábrenndu postulíni hafa brotnað eftir þriggja ára notkun, sem leiddi til endurgerða með einsleitu efni (Assaf o.fl., 2023).

2.3.4 Composite

Tannlitað fyllingarefni hefur vítt notkunarsvið í tannlækningum. Það inniheldur þrjú mismunandi efni: 1) resin matrixu 2) ólífrænt fylliefni (e. Inorganic filler) 3) tengiefni (e. Coupling agent). Algengasta efnið í resin matrixunni er Bis-GMA monomer, sem hefur hærri mólmasa en methyl methacrylate resin. Þess vegna er fjölliðunarsamdráttur Bis-GMA (7,5%) marktækt minni en methyl methacrylate resins (22%). Í gegnum tíðina hefur fylliefnum eins og quartz verið bætt við tannlitað fyllingarefni. Þessu fylgja nokkrir kostir eins og minnkun á fjölliðunarrýrnun (e. Polymerization shrinkage), minnkun á varmaþenslu (e. Thermal expansion) monomers, bætir efnislega eiginleika og sum málmfylliefni eins og baríum veita betra geislaþól (e. Radiopacity).

Tannlitað fyllingarefni sem notuð eru í tannlækningum eru flokkuð eftir kornastærð (e. Particle size) fylliefnisins. Meðal kornastærð hefðbundinna efna, er 10 til 20 μm og kornastærð örfylltra tannlitaðra fyllingarefna er 0,02 μm . Nýjar kynslóðir þessa efnis hafa verið kynntar á síðustu árum, sem miða að betri fagurfræðilegum og eðlisfræðilegum eiginleikum (Bonsor og Pearson, 2012; Van Noort og Barbour, 2023).

2.4 Ábendingar og frábendingar

Nauðsynlegt er að skoða fjölda þátta áður en endanlegt tanngervi sjúklings er ákveðið. Ef smíða á tannskeljar sem tanngervi er mikilvægt fyrir meðferðaraðila og sjúklinga að vera meðvituð um ábendingar og frábendingar þeirra aðferða sem koma til greina.

Hægt er að nota postulínsskeljar sem meðferð í margvíslegum aðstæðum í munni og þær eru sérsmíðaðar eftir þörfum hvers og eins sjúklings. Náttúrulegar tennur eiga það til að litast með tímanum og geta brugðist illa við tannlýsingu, en það vandamál er hægt að leysa með notkun postulínsskelja. Ef fólk verður fyrir of mikilli útsetningu flúors eða mislitun af völdum sýklalyfsins tetracyklín teljast postulínsskeljar einnig góður kostur. Þær bjóða upp á lausn til að loka bilum á milli tanna, leiðrétta minniháttar tannskekku og endurheimta brotnar eða eyddar tennur. Enn fremur eru postulínsskeljar valkostur ef þörf er á því að lengja náttúrulegar tennur og forma fallegru bitkannt, sérstaklega ef um er að ræða meðfædda tanngalla (Gresnigt og Ozcan, 2011; Jankar o.fl., 2014). Íhugun á ýmsum þáttum eins og orsök mislitunar ásamt heilsufari og munnhirðu sjúklings er mikilvægt til að ákvarða hæfi postulínsskelja (Fortin, 1999).

Ábendingar fyrir tafarlausar skeljar eru í samræmi við þær, fyrir postulínsskeljar. Mislitaðar tennur og/eða tanngervi, meðfæddir tanngallar eða tannskekku, bil á milli tanna og brot á krónu eru nokkur dæmi um ábendingar tafarlausar skelja (Korkut o.fl., 2013).

Frábendingar tannskelja eru meðal annars 1) fólk sem gnístir 2) ef efri- og neðrigóms tennur bíta kant í kant 3) slæm munnhirða 4) ófullkominn glerungur (Hui o.fl., 1991).

Ef framtennur hafa verið rótfylltar og um er að ræða mikla tannskekku, teljast tennurnar ekki hæfar fyrir tanngervi eins og postulínsskeljar. Auk þess eru þær ekki góður valkostur fyrir tennur sem búið er að eiga mikið við. Ástæðan fyrir því er að þá hefur glerungnum verið fórnað, en hann er helsta binding postulínsskelja (Peumans o.fl., 1998).

2.4.1 Langlífi og viðhald

Þó postulínsskeljar og tafarlausar skeljar séu vinsælir kostir til að bæta útlit tanna, hafa aðferðir sýnt fram á mismunandi árangur. Árangurshlutfall tafarlausra skelja er stöðugt í mörgum klínískum rannsóknum. Peumans o.fl., (1997) settu 87 tafarlausar skeljar í 23 sjúklinga og leiddi rannsókn þeirra í ljós að eftir fimm ár voru 89% enn ósnortnar. Wolff o.fl., (2010) framkvæmdu rannsókn á 327 tafarlausum skeljum fyrir 101 sjúkling og var

áætlað árangurshlutfall 80% eftir fimm ár. Nýleg samanburðarrannsókn greindi frá 87% árangurshlutfalli á meira en þremur árum (Gresnigt o.fl., 2012).

Samkvæmt rannsóknum skila postulínsskeljar betri árangri en tafarlausar skeljar hvað varðar heildaránægju, langlífi og mótstöðu gegn litun. Beier o.fl., (2012) greindu frá í klínískri rannsókn að langlífi postulínsskelja væri 94,4% eftir fimm ár og 93,5% eftir tíu ár. Þeir komust að því að aðalástæðan fyrir skemmdum væri brot á efninu sjálfu. Önnur klínísk rannsókn framkvæmd af Layton og Walton, (2012) sýndi svipaðar niðurstöður, með 96% árangurshlutfall eftir tíu ár og 91% eftir 20 ár. Smales og Etemadi, (2004) greindu einnig frá árangurshlutfalli postulínsskelja upp á 95% eftir sjö ár.

Það er mikilvægt að hafa í huga að árangur skelja veltur á réttu viðhaldi og umhirðu, ásamt kunnáttu og reynslu þess meðferðaraðila sem framkvæmir aðgerðina.

2.4.2 Fagurfræðileg útkoma og ánægja sjúklinga

Almennt séð er fagurfræðileg ánægja talin huglæg (Nalbandian og Millar, 2009). Hins vegar geta aðrir þættir haft áhrif á ánægju sjúklinga eins og langlífi tanngervisins, hversu mikið þarf að fórna heilbrigðum tannvef og kostnaður meðferðarinnar.

Margar klínískar rannsóknir, sem meta langlífi postulínsskelja, hafa skoðað ánægju sjúklinga í samræmi við það. Í ljós kom að ánægjusviðið í þessum rannsóknum er 80-100% (Peumans o.fl., 1998; Shaini o.fl., 1997). Aðrar rannsóknir hafa skoðað ánægju sjúklinga í samræmi við mismunandi efni sem voru notuð við framleiðslu. Meijering o.fl. (1997) báru saman svörun sjúklinga við þremur mismunandi framleiðsluaðferðum eftir að skeljarnar höfðu verið tvö ár í munni: Feldspar postulín, tafarlausar skeljar og smíðar skeljar úr tannlituðu fyllingarefni. Feldspar postulín kom best út hjá sjúklingum (93%), síðan smíðaðar skeljar úr tannlituðu fyllingarefni (82%) og tafarlausar skeljar ráku lestina (67%). Aftur á móti fundu Nalbandian og Millar, (2009) engan tölfræðilegan mun á tafarlausum skeljum og postulínsskeljum.

Þessar tvær rannsóknir gætu hafa orðið fyrir hlutdrægni. Hversu mislitaðar eða skakkar tennurnar voru fyrir, gæti haft áhrif á það hversu mikil breyting átti sér stað og þar með haft áhrif á ánægju sjúklinga.

2.5 Tækniframfarir

Í gegnum árin hafa verulegar framfarir orðið á sviði tannskelja, drifnar áfram af stöðugri nýsköpun í tækni og efnum.

2.5.1 CAD/CAM

CAD/CAM tæknin hefur gjörbylt framleiðslu tanngerva, þar á meðal tannskelja. Hún gerir ráð fyrir hönnun og framleiðslu tannskelja með notkun fræsivéla eða þrívíddarprentara. Þetta tryggir mikla nákvæmni í lögun, stærð og ásetu tannskelja, sem leiðir til ánægjulegrar útkomu og langlífi (Davidowitz og Kotick, 2011).

Notkun CAD/CAM við framleiðslu tannskelja hefur marga kosti umfram hefðbundnar aðferðir. Þeir eru meðal annars aukinn hraði í framleiðslu, tæknin er auðveld í notkun og aukin gæði tanngerva.

2.5.2 Digital Smile Design (DSD)

Stafræn broshönnun, eða DSD, er eins konar tölvuforrit sem tannlæknar og tannsmiðir nota til að hanna falleg bros. Það er gert með því að nota myndir og teikningar til að sjá hvernig tennur, tannhold, bros og andlitsfall passa saman. Þetta hjálpar tannlæknum og tannsmiðum að sjá fyrir sér hvernig lokaútkoman mun verða og auðveldar þeim að útskýra fyrir sjúklingum hvað þeir eru að gera (Cooper o.fl., 2016; Lin o.fl., 2015; Meereis o.fl., 2016; Miranda o.fl., 2016).

Jafnvel þótt aðferð DSD sé gagnleg, þá eru hefðbundnar aðferðir við að skipuleggja meðferðir enn mjög áhrifaríkar. Þær hjálpa til við að ákveða endanlegt útlit tanngervis og geta staðfest hvort stafrænu hugmyndirnar virki í raunveruleikanum (Reshad o.fl., 2008).

2.5.3 Meðferðir sem krefjast lítills inngríps

Með framförum í efnum og bindingu tannskelja verða meðferðir algengari sem krefjast lítills inngríps. Þetta felur í sér að varðveita meira af náttúrulegum tannvef með því að nota þynnri skeljar eða skeljar sem krefjast ekki undirbúnings á náttúrulegum tönnum (Lin o.fl., 2008). Þessar skeljar eru vanalega 0.2 til 0.5 mm á þykkt (Gresnigt og Ozcan, 2011; Radz, 2011) samanborið við hefðbundnar postulínsskeljar sem eru á bilinu 0.3 til 1.0 mm (D'Arcangelo o.fl., 2018). Meðferðir sem krefjast lítills inngríps leiða til minni óþæginda

fyrir sjúklinga og draga úr hættu á fylgikvillum sem tengjast víðtækari tannskerðingu (Mainjot og Charavet, 2020).

Nýlegar framfarir í bindiefnum, sem eru notuð til þess að festa tannskeljar við náttúrulegar tennur, hafa gert meðferðaraðilum kleift að gera þynnri skeljar mun traustari. Þessi nýju efni veita betri viðloðun, sem þýðir að það eru minni líkur á því að tannskeljarnar losni eða brotni. Sum þessara efna nota nanótækni, sem stuðlar að betri samþættingu við yfirborð tannar og tryggir að tannskelin endist lengur í munni (De Angelis o.fl., 2023).

2.6 Val á framleiðsluaðferðum

Ákvarðanir meðferðaraðila um hvaða framleiðsluaðferð er best að beita, fer eftir tilfelli og eigin færni. Ef horft er frá sjónarhorni meðferðaraðila, bjóða tafarlausar skeljar upp á lausn sem hægt er að leysa í einum tíma hjá tannlækni. Tannlæknirinn þarf þó sérstaka þjálfun og færni til að geta útbúið fallegar skeljar með því að sérsníða form, lögun, lit og gagnsæi. Hins vegar er framleiðsla postulínsskelja í höndum tannsmiðs, sem hefur í för með sér aukinn meðferðarkostnað og margir sjúklingar hafa ef til vill ekki efni á honum. Með áherslu á fagurfræði og langlífi, hafa postulínsskeljar yfirhöndina á þeim sviðum samanborið við tafarlausar skeljar sem gætu þarfnast lagfæringar, að meðaltali einu sinni á ári (Araujo og Perdigao, 2021).

Kostnaður við postulíns- og tafarlausar skeljar er háður mörgum þáttum. Postulínsskeljar krefjast fjárfestingar í búnaði og þjálfun, sem eykur heildarkostnaðinn. Innifalið í tannsmiðakostnaðinum er vinna tannsmiðsins, búnaður og efniskostnaður, auk hönnunar tanngervisins. Tafarlausar skeljar, sem eru yfirleitt ódýrari, krefjast vinnu tannlæknisins við undirbúning, mótun og þússun sem getur einnig haft áhrif á kostnaðinn (Anderson o.fl., 2020). Tannsmiðir og tannlæknar gætu átt möguleika á auknum hagnaði með framleiðslu postulínsskelja en þær krefjast sérhæfðar hæfni og fjárfestingar í tækjum, á meðan tafarlausar skeljar geta minnkað kostnaðinn fyrir tannlæknastofur þar sem þær útiloka þörfina fyrir tannsmiðakostnaði og draga úr stólatíma. Ef horft er til sjónarhorns sjúklunga virðast tafarlausar skeljar oft hagkvæmari en postulínsskeljar í upphafi, en langtímakostnaður eins og viðhald og lagfæringar ætti einnig að vera metinn.

Þrátt fyrir að tafarlausar skeljar séu ódýrari valkostur, þá eiga þær til að litast og slitna auðveldlega (Chandrasekhar o.fl., 2017). Postulínsskeljar eru mun stöðugri hvað þetta varðar en hafa þó meiri áhrif á tannvef náttúrulegra tanna (Gresnigt o.fl., 2021).

Eins og sést þá hafa fjölmargir þættir áhrif á valið á milli postulínsskelja og tafarlausra skelja. Mikilvægt er að taka kostnað, umfang nauðsynlegrar undirbúnings tanna (e. Tooth preparation) og langlífi tanngervisins til umhugsunar (Pini o.fl., 2012).

3 Aðferðafræði

3.1 Rannsóknaraðferð

Í þessari rannsókn var notað fræðilegt yfirlit án eiginlegra þátttakenda, þar sem rýnt var í fyrirbyggjandi rannsóknir um viðfangsefnið. Heimildarýni byggir á því að afla gagna úr fyrirbyggjandi heimildum og rannsóknum sem nýttar verða til úrvinnslu á niðurstöðum.

3.1.1 Gagnasöfnun

Í þessu fræðilega yfirliti var leitað að heimildum í bókfræðilegu gagnasöfnunum PubMed, Google Scholar, Web of Science og Scopus. Helstu efnisorð sem leitað var að eru: Dental veneers, Direct veneers, Composite Resin, Ceramics. Til þess að velja heimildir voru sett upp inntöku- og útilokunarskilyrði (Tafla 2), sem stýrðu því hvaða rannsóknir voru greindar og skoðaðar. Leitin var framkvæmd á tímabilinu 18. – 22. mars. Gagnasöfnin buðu upp á mismunandi leitarmöguleika, þrátt fyrir að sömu leit hafi verið beitt á þau öll. Í leitarvél PubMed var beitt MeSH leitaráðferð (e. Medical Subject Headings) þar sem MeSH hugtök voru notuð til að framkvæma nákvæmari og ítarlegri leit innan PubMed gagnagrunnsins. Í Scopus var notast við Boolean leitaráðferð sem byggir á því að sameina leitarorð eða orðasambönd með boolean aðgerðum. Þetta eru orð eða tákn sem notuð eru til að tengja saman eða útiloka leitarorð. Þessi orð eru meðal annars: AND, OR, NOT.

Tafla 2. Inntöku- og útilokunarskilyrði heimilda sem notaðar verða í fræðilegt yfirlit

Inntökuskilyrði	Útilokunarskilyrði
Þátttakendur þurfa að vera fullorðnir	Yngri en 18 ára
Rannsóknir birtar milli 2015 til 2024	Birt fyrir 2015
Opinn aðgangur gegnum Heilbrigðisvísindabókasafn HÍ	Læstar greinar eða greinar sem þarf að greiða fyrir
Tungumál íslenska eða enska	Önnur tungumál
Rannsóknir sem einblína á samanburð á árangri aðferða eftir framleiðsluáðferð	

Í rafrænni leit voru notuð eftirfarandi leitarskilyrði sem skilgreind eru í Töflu 3.

Tafla 3. Leitarskilyrði og niðurstöður

Gagnasafn	Leitarorð	Fjöldi	Útilokaðar	Valdar	Á lista
Pub Med	("Dental Veneers"[Mesh]) AND ("Composite Resins"[Mesh]) AND ("Ceramics"[Mesh])	81	19	6	2
Scopus	Dental Veneers AND Composite resin AND Ceramics	216	52	14	7
Web of Science	((((ALL=(Dental Veneers) AND ALL=(Composite Resin) AND ALL=(Ceramics) AND ALL=(Direct Veneers))))))	68	23	6	2
Google Scholar	"Dental veneers" AND "Composite resin" AND "ceramic" AND "direct veneers"	51	34	6	2
	Samtals:	416	128	32	13

3.1.2 Gagnagreining

Í gagnagreiningu voru bornar saman þær heimildir sem falla að inntökuskilyrðum, í von um að svara rannsóknarspurningunni: „Er meðferð sjúklinga (18 ára og eldri) sem þurfa skeljar sem tanngervi á framtennur, jafn árangursrík með tafarlausri tannsmíði í stól hjá tannlækni og þegar tanngervið er framleitt hjá tannsmíð?“.

Gagnagreining fór þannig fram að heimildir voru metnar með tilliti til inntökuskilyrða og gert var flæðirit sem sýnir að lokum hvaða rannsóknir voru metnar hæfar til úrvinnslu. Alls skiluðu leitarskilyrðin 416 niðurstöðum úr fjórum gagnasöfnum. Sumar greinarnar komu

efninu ekki við og hægt var að fækka greinum til yfirlestrar í 128. Alls voru 32 greinar valdar sem uppfylltu leitarskilyrðin. Lesið var vandlega yfir þær og aðeins 13 þeirra viðkomu rannsóknarspurningunni. Því var heildarfjöldi greina sem uppfylltu leitarskilyrðin aðeins 13.

Greiningartöflur voru gerðar fyrir heimildirnar. Þær voru flokkaðar eftir tegund tannskelja til að auðvelda úrvinnslu (Tafla 4). Úr þeim var síðan unnið og teknar saman niðurstöður um árangur, kosti og galla beggja aðferða svo eitthvað sé nefnt. Með samantektinni er búist við að hægt verði að svara rannsóknarspurningunni.

Tafla 4. *Helstu einkenni greina sem valdar voru í fræðilegt yfirlit*

Höfundur	Ártal	Land	Aðferð	Tegund
(Gresnigt o.fl.)	2021	Holland	Tafarlausar og postulínsskeljar	Samanburðarrannsókn
(Dederichs o.fl.)	2023	Þýskaland og Bandaríkin	Tafarlausar og postulínsskeljar	Samanburðarrannsókn
(Kiliçarslan o.fl.)	2023	Tyrkland	Tafarlausar og postulínsskeljar	Samanburðarrannsókn
(Qaraghuli o.fl.)	2022	Ítalía, Írak og Rússland	Tafarlausar og postulínsskeljar	Samanburðarrannsókn
(Ohrvik og Hjortsjö)	2020	Noregur	Tafarlausar og postulínsskeljar	Samanburðarrannsókn
(Quinn)	2015	Bandaríkin	Tafarlausar og postulínsskeljar	Samanburðarrannsókn
(Nadgouda o.fl.)	2022	Indland	Tafarlausar skeljar	Samanburðarrannsókn
(Mazzetti o.fl.)	2022	Brazilía og Holland	Tafarlausar og postulínsskeljar	Samanburðarrannsókn
(Gresnigt o.fl.)	2019	Holland	Postulínsskeljar	Klínísk rannsókn

(Shibata o.fl.)	2016	Brazilía	Tafarlausar og postulínsskeljar	Klínísk rannsókn
(Coelho-de-Souza o.fl.)	2015	Brazilía og Holland	Tafarlausar skeljar	Klínísk rannsókn
(Hepdeniz og Temel)	2023	Tyrkland	Tafarlausar skeljar	Klínísk rannsókn
(Al Otaibi o.fl.)	2020	Sadí Arabía	Tafarlausar og postulínsskeljar	Spurningakönnun

3.1.3 Styrk- og veikleikar

Í þessu fræðilega yfirlit er markmiðið að veita lesendum djúpan skilning á viðfangsefninu. Þetta er gert með því að samþætta núverandi þekkingu og niðurstöður fyrri rannsókna. Samantektin veitir lesendum traustan grunn um efnið sem er til umræðu. Þrátt fyrir að fjölmargar rannsóknir hafi verið framkvæmdar á þessu sviði, er þetta í fyrsta sinn sem slík úttekt er gerð á Íslandi. Hún er gerð í þeirri von að efla skilning og verður aðgengileg þeim sem gætu nýtt sér niðurstöðurnar.

Veikleiki þessa fræðilega yfirlits er að gæði og nákvæmni niðurstaðna eru háðar þeim heimildum sem eru valdar og notaðar. Þess vegna er óhjákvæmilegt að niðurstöðurnar endurspegli ekki meiri nákvæmni eða áreiðanleika en upprunalegu gögnin eða rannsóknirnar sem þær byggja á.

4 Niðurstöður

Þessi kafli veitir yfirlit yfir rannsóknirnar sem skoðaðar voru og niðurstöður þeirra. Kafllinn sýnir fram á mikilvægi þess að skoða langtímaárangur og gæði mismunandi tegunda tannskelja, sem og áhrif mismunandi framleiðsluaðferða og efna á lokaútkomu þeirra.

4.1 Árangur tafarlausra skelja

Alls voru þrjár rannsóknir af 13 sem fjölluðu einungis um notkun tafarlausra skelja.

Í rannsókn sem framkvæmd var af Hepdeniz og Temel, (2023), voru 80 tafarlausar skeljar útbúnar á efrigóms framtennur í 35 sjúklinga. Helstu áhyggjuefni þessara sjúklinga voru bil á milli tanna, sem kom fram í 64 tilfellum, tannhold hafði hörfað í níu tilfellum og þörf fyrir lagfæringu á formi tanna í sjö. Enginn undirbúningur var gerður á náttúrulegum tönnum sjúklinganna áður en skeljarnar voru útbúnar. Eftir sjö ára eftirfylgni var árangurshlutfall skeljanna 91,3%, þó voru sjö tilfelli þar sem skemmdir áttu sér stað vegna bindingar (8,8%) og í þremur tilfellum fannst brot á skeljum (3,8%). Það voru slit á 41 skeljum (51,2%) og mislitun við brúnir á 15 (18,8%). Þessar niðurstöður benda til jákvæðs langtímaárangurs tafarlausra skelja.

Í annarri klínískri rannsókn eftir Coelho-de-Souza o.fl., (2015), var frammistaða tafarlausra skelja könnuð með því að nota tvær tegundir af tannlituðu fyllingarefni; örfyllt og hefðbundin. Efnin voru prófuð á heilbrigðum tönnum (e. Vital teeth) og óheilbrigðum tönnum sem höfðu ekki lengur blóðflæði (e. Non-vital teeth). Alls voru 196 skeljar prófaðar í 86 sjúklingum.

Niðurstöður sýndu að eftir þrjú og hálf ár var árangurshlutfall skeljanna 80,1% og voru skemmdir á 39 skeljum (19,9%). Örfylltu efnin sýndu aðeins betri fagurfræði samanborið við hefðbundnu efnin. Bilunartíðnin var 4,9% fyrir heilbrigðar tennur og 9,8% fyrir óheilbrigðar, sem er tölfræðilega marktækur munur ($p = 0,009$). Bilunartíðni fyrir örfyllt efni og hefðbundin var í miklu samræmi, 6,0% og 6,2% ($p > 0,05$), sem er ekki tölfræðilega marktækur munur. Aðalástæður fyrir skemmdum voru brot á tannskelinni.

Ályktun rannsóknarinnar var sú að tafarlausar skeljar, sem settar voru á óheilbrigðar tennur, voru í meiri hættu vegna niðurbrots samanborið við þær tannskeljar sem settar voru á heilbrigðar tennur, en tegund efnisins virtist ekki hafa marktæk áhrif.

Að lokum voru tafarlausar skeljar notaðar til að loka frekjuskarði eða bilum á milli tanna í rannsókn Nadgouda o.fl., (2022). Sjúklingarnir óskuðu eftir meðferð sem tæki stuttan tíma og því var ákveðið að útbúa tafarlausar skeljar. Þessi aðferð reyndist gagnleg, með góðri endingu og útliti og sjúklingarnir voru ánægðir með lokaútkomuna.

4.2 Samanburður tafarlausra skelja og postulínsskelja

Meirihluti rannsókna sem valdar voru, fjölluðu um samanburð á tafarlausum skeljum og postulínsskeljum. Skoðað var hversu vel efnin héldu lit sínum, brotstyrk, slitþol og árangurshlutfall svo eitthvað sé nefnt.

Í rannsókn Gresnigt o.fl., (2021) var brotstyrkur postulínsskelja og tafarlausra skelja mældur utan munns eftir öldrunarferli. Notaðar voru 40 úrdregnar tennur og þær aldraðar með hitatækni (e. Thermocycling). Brotstyrkur þeirra var mældur með því að beita álagi á bitkannt tannanna, þar til brot átti sér stað. Niðurstöðurnar sýndu að eftir öldrunarferlið var ein postulínsskel með vandamál tengt bindingu (2,5%) og var hún útilokuð frá frekari prófunum. Einnig fundust litlar sprungur í þremur tafarlausum skeljum (7,5%) en þær voru þó prófaðar. Munur var á brotstyrk postulínsskelja og tafarlausra skelja, en brot í postulínsskeljum tengdust aðallega efninu sjálfu og bindingu, á meðan rótarbrot voru algengustu ástæður brots í tafarlausum skeljum.

Kiliçarslan o.fl., (2023) mældu einnig brotstyrk ásamt örleka (e. Microleakage) tafarlausra skelja og skelja sem voru framleiddar með CAD/CAM efnum. Prófuð voru eftirfarandi efni: Tannlitað fyllingarefni, CAD/CAM LS2, CAD/CAM plast og postulínsefni (e. Hybrid ceramic) og CAD/CAM feldspar postulín. Mikill munur var á örleka og brotstyrk milli efnanna. CAD/CAM plast og postulínsefni skoruðu lægst í örleka en tannlitað fyllingarefni hafði hæsta örlekann. Lægsti brotstyrkurinn fannst hjá CAD/CAM feldspar skeljum og voru CAD/CAM LS2 skeljar með hæsta brotstyrkinn. Engin fylgni fannst á milli örleka og brotstyrk milli efna.

Dederichs o.fl., (2023) rannsökuðu hversu auðveldlega mismunandi efni litast, þar á meðal tafarlausar skeljar úr tannlituðu fyllingarefni og LS2 postulínsskeljar. Tvær tafarlausar skeljar voru bornar saman við LS2 skeljar utan munns. Fjórar tegundir af slitprófum voru framkvæmd: 1) núningur (e. Abrasion) 2) núningur fylgt eftir með veðrun (e. Erosion) 3) veðrun 4) veðrun fylgt eftir með núningi. Vökvinn sem var notaður til þess að lita tennurnar var blanda af kaffi og tóbaki. Sýnin voru geymd í vökvanum í 21 dag. Niðurstöðurnar

sýndu að mislitun á tafarlausum skeljum var undir áætluðum mörkum eftir öll slitprófin, á meðan núningur fylgt eftir með veðrun hafði marktæk áhrif á mislitun LS2 skelja en var þó undir áætluðum mörkum.

Svipaða rannsókn gerðu Qaraghuli o.fl., (2022) og var hún framkvæmd með því markmiði að mæla og bera saman litastöðugleika fjögurra mismunandi efna sem notuð eru í framleiðslu tannskelja. Þessi efni voru feldspar, plast og postulínsefni, zirconia styrkt LS2 og tannlituð fyllingarefni. Til að mæla litastöðugleikann voru efnin geymd í algengum drykkjum sem eru þekktir fyrir að hafa áhrif á lit tanna, svo sem kaffi, svart te og rauðvín, í 72 klukkutíma. Niðurstöðurnar leiddu í ljós að tölfræðilegur munur er á milli mismunandi efna hvað varðar litabreytingar en enginn marktækur munur fannst á milli drykkjanna sjálfra. Öll postulínsefnin höfðu betri litastöðugleika samanborið við tannlituð fyllingarefni. Þetta bendir til þess að þó drykkirnir geti haft áhrif á lit tannskelja, þá er það efnið sjálft sem skiptir mestu máli hvað varðar litastöðugleika.

Ohrvik og Hjortsjö, (2020) beindu sjónum sínum í sinni rannsókn að klínískum árangri og ánægju sjúklinga við meðhöndlun glerungsgalla (e. Amelogenesis imperfecta). Glerungsgalli er erfðagreindur galli sem getur haft áhrif á útlit og styrk tanna. Í rannsókninni voru 154 skeljar útbúnar fyrir 15 sjúklinga og árangurinn metinn út frá sjónarmiðum sjúklinga, fagurfræði og tæknilegra og líffræðilegra eiginleika. Notaðar voru tvær tegundir af skeljum: Postulínsskeljar og tafarlausar skeljar. Niðurstöðurnar bentu til þess að postulínsskeljar sýndu betri árangur í öllum þáttum, með betri yfirborðs- og litasamsvörun, sem og formfræði og brúnir skeljanna. Sjúklingarnir lýstu yfir mikilli ánægju hvað varðar útlit og virkni skeljanna sem undirstrikar mikilvægi þess að velja rétt efni til að ná fram bestu mögulegu niðurstöðu.

Shibata o.fl., (2016) skoðuðu einnig klínískar meðferðir á tveimur sjúklingum með glerungsgalla. Notaðar voru mismunandi framleiðsluaðferðir á milli sjúklinga; tafarlausar skeljar og postulínsskeljar, þar sem kröfur sjúklinganna voru ekki þær sömu. Þeir komust að þeirri niðurstöðu að hjá öðrum sjúklingnum gætu tafarlausar skeljar varðveitt eftirstandandi glerung og kröfðust ekki undirbúnings, en áhyggjur voru um ófullkomna bindingu við glerunginn sjálfan. Hins vegar voru postulínsskeljar valdar fyrir hinn sjúklinginn, vegna góðrar munnheilsu hans og þess að hann gnísti ekki, sem átti að stuðla að betri lokaútkomu og langlífi tannskeljanna. Í ljós kom að ekki var þörf á því að fjarlægja meira af glerungi tanna vegna þess að plássið sem var nú þegar til staðar, var nóg fyrir

tannskeljarnar. Í báðum tilfellum var hægt að framkvæma meðferðir án undirbúnings náttúrulegra tanna vegna vægs glerungsgalla.

Ein rannsókn var valin sem skoðaði slitþol mismunandi efna. Quinn, (2015) lagði áherslu á slitþol postulíns og tannlitaðra fyllingarefna, ásamt því að skoða stöðu þeirra aðferða sem notaðar eru við prófanir. Niðurstöðurnar gáfu til kynna að eldri efni eins og feldspar postulín voru með takmarkað viðnám gegn slitum, en nýrri postulínsefni og örfyllt tannlituð fyllingarefni sýndu verulegar umbætur. Hins vegar sýndi zirconia mestu mótstöðu gegn slitum.

Mazzetti o.fl., (2022) framkvæmdu 10 ára klínískra rannsókn til að bera saman langlífi og árangurshlutfall postulínsskelja og tafarlausra skelja. Þeir skoðuðu 1459 skeljar í 341 sjúklingum. Af þeim voru 1043 (71,5%) tafarlausar skeljar og 416 (28,5%) postulínsskeljar. Þeir komust að þeirri niðurstöðu að postulínsskeljar sýndu betri árangur og voru langlífari en tafarlausar skeljar, sem brotnuðu oftar.

Al Otaibi o.fl., (2020) skoðaði viðhorf og val sjúklinga á fegurðartannlækningum í Sádi-Arabíu. Í úrtakinu voru 434 þátttakendur sem beðnir voru um að nefna æskilega meðferð og var spurningalisti notaður til þess að safna gögnum. Þeir fundu út að meirihluti sjúklinga kaus varanlega meðferð eins og postulínsskeljar frekar en tímabundna meðferð eins og tafarlausar skeljar.

4.3 Árangur postulínsskelja

Aðeins ein rannsókn, sem fjallaði eingöngu um postulínsskeljar af þeim 13, var valin. Það var klínísk rannsókn eftir Gresnigt o.fl., (2019) sem veitti innsýn í langlífi, árangurshlutfall og ánægju sjúklinga með notkun þeirra. Í rannsókninni voru 104 sjúklingar sem fengu 384 feldspar postulínsskeljar á framtennum í efrigóm. Sumar tennur voru nú þegar með tafarlausum skeljum sem voru ekki fjarlægðar. Af þeim 384 skeljum voru 225 límdar beint á náttúrulegar tennur, 159 á tennur með gömlum tafarlausum skeljum, 87 á tennur með meira en 50% af sjáanlegu tannbeini og 43 á rótarfylltar tennur. 19 skeljar (4,9%) brotnuðu vegna vandamála í tengslum við bindingu og brot, ásamt tönnum sem þurftu að vera úrdregnar vegna galla í rótarfyllingu. Notkun á tafarlausri tannbeinsþéttingu (e. Immediate dentin sealing) jók árangurshlutfallið marktækt fyrir tennur með meira en 50% af sjáanlegu tannbeini (96,4% á móti 81,8%). Enginn marktækur munur fannst á milli skelja sem voru límdar á náttúrulegar tennur eða þeirra með

tafarlausum skeljum (84,6% á móti 95,5%), né á milli heilbrigða og rótarfylltra tanna (95,6% á móti 88,1%). Postulínsskeljar sem voru límðar yfir rótarfylltar tennur sýndu fram á meiri mislitun miðað við heilbrigðar tennur. Reykingar höfðu einnig neikvæð áhrif á litastöðugleika við brúnir tannskeljanna, þó ekki hafi þurft að lagfæra hann. Að lokum skoruðu sjúklingarnir hátt á spurningakönnun um munnheilsu og voru almennt ánægðir með meðferðina.

5 Umræður

Meginmarkmið rannsóknarinnar var að svara rannsóknarspurningunni: „*Er meðferð sjúklinga (18 ára og eldri) sem þurfa skeljar sem tanngervi á framtennur, jafn árangursrík með tafarlausri tannsmíði í stól hjá tannlækni og þegar tanngervið er framleitt hjá tannsmíð?*“.

Mikilvægt er að skilja muninn á mismunandi framleiðsluaðferðum tannskelja til að greina kosti þeirra og takmarkanir innan tannlækninga. Báðar aðferðirnar hafa það markmið að bæta útlit tanna, en þær eru verulega ólíkar hvað varðar ýmsa lykilþætti. Rannsóknir um langtímaárangur og gæði tannskelja hafa leitt í ljós mikilvægi þess að skoða ekki aðeins framleiðsluaðferðir og efni, heldur einnig hvernig þessir þættir geta haft áhrif á lokaútkomu meðferðar.

5.1 Árangur tafarlausra skelja

Þrjár af 13 rannsóknum sem skoðaðar voru fjölluðu sérstaklega um notkun tafarlausra skelja, sem gefur til kynna vaxandi áhuga á þessari framleiðsluaðferð innan tannlækninga.

Niðurstöður rannsókna (Coelho-de-Souza o.fl., 2015; Hepdeniz og Temel, 2023) sýndu hátt árangurshlutfall tafarlausra skelja eftir eftirfylgni til nokkurra ára. Athygli vekur að árangurshlutfall var marktækt lægra fyrir tennur sem voru í óheilbrigðu ástandi samanborið við heilbrigðar tennur. Þetta ítrekar hversu mikilvæg munnheilsa er fyrir langtímaárangur og endingu tafarlausra skelja.

Athygli var vakin á því hversu vel tafarlausar skeljar gátu lokað frekjuskarði, sem er algengt vandamál sem sjúklingar leita lausna við (Nadgouda o.fl., 2022). Því má búast við að tafarlausar skeljar bjóði upp á skjótvirkar og áhrifaríkar lausnir sem geta bætt útlit og virkni tanna á stuttum tíma.

Þessar upplýsingar eru mikilvægar fyrir meðferðaraðila og sjúklinga þegar kemur að ákvörðun um val á framleiðsluaðferð. Niðurstöðurnar benda til þess að tafarlausar skeljar geti verið hentugur kostur fyrir þá sem leita eftir skjótum lausnum, en jafnframt að munnheilsa og ástand tanna séu lykilþættir sem þarf að hafa í huga til að tryggja bestu mögulegu útkomu. Því er mikilvægt að leggja áherslu á forvarnir og viðhald munnheilsu til að hámarka árangur og langlífi tafarlausra skelja.

5.2 Samanburður tafarlausra skelja og postulínsskelja

5.2.1 Brotstyrkur

Þegar kemur að samanburði á tafarlausum skeljum og postulínsskeljum, þá sýndi rannsókn Gresnigt o.fl., (2021) að postulínsskeljar höfðu betri brotstyrk eftir að öldrunarferli var framkvæmt. Þetta bendir til þess að þær gætu verið viðeigandi fyrir tilfelli þar sem langlífi og styrkur eru mikilvægir þættir. Hins vegar leiddi rannsókn (Kiliçarslan o.fl., 2023) í ljós að CAD/CAM feldspar postulínsskeljar skoruðu lægst í brotstyrk. Þetta gefur til kynna að tafarlausar skeljar, sem unnar eru með öðrum framleiðsluaðferðum gætu boðið upp á meiri styrk samanborið við hefðbundnar feldspar postulínsskeljar.

Þessar niðurstöður komu á óvart þar sem aðrar rannsóknir alhæfa að postulín sé alltaf sterkara en tannlitaða fyllingarefnið (Drummond, 2008). Aftur á móti skoruðu CAD/CAM LS2 skeljar hæst í brotstyrk, sem var í samræmi við fyrri rannsóknir sem hafa sýnt fram á háan styrkleika þessa efnis (Bühler-Zemp o.fl., 2011). Það sem vakti athygli var að engin fylgni fannst á milli örleka og brotstyrks, sem bendir til þess að örleki efnanna endurspeglar ekki endilega efnislega eiginleika þeirra.

5.2.2 Litastöðugleiki

Rannsóknir (Dederichs o.fl., 2023; Qaraghuli o.fl., 2022) hafa sýnt fram á að tannlituð fyllingarefni séu líklegri til að taka upp lit frá ákveðnum neysluvörum eins og kaffi, tóbaki, svörtu tei og rauðvíni. Þetta voru fyrirsjáanlegar niðurstöður þar sem aðrar rannsóknir hafa sýnt fram á takmarkaðan litastöðugleika þessa efnis (Bernardo o.fl., 2007). Þessar upplýsingar eru hins vegar mikilvægar fyrir sjúklinga sem neyta þessara efna reglulega, því þau geta haft áhrif á útlit tannskeljanna yfir tíma.

Það er mikilvægt að sjúklingar séu meðvitaðir um litastöðugleika mismunandi tannskelja og taki hann til greina þegar valið er á milli mismunandi framleiðsluaðferða. Útlit tannskeljanna er oft forgangsmat og því er val á efnum sem standast betur áhrif frá litríkum matvælum og drykkjum lykilatriði. Í ljósi þessara niðurstaðna er ljóst að þróun á nýjum og betri tannlituðum fyllingarefnum, sem bjóða upp á hærri litastöðugleika er nauðsynleg. Þetta myndi ekki aðeins bæta langtímaárangur hvað varðar útlit, heldur einnig auka ánægju sjúklinga. Áframhaldandi rannsóknarstarf á þessu sviði myndi nýtast vel, í von um að þróa efni sem uppfylla þessar kröfur.

5.2.3 Glerungsgallar

Niðurstöður rannsókna (Ohrvik og Hjortsjö, 2020; Shibata o.fl., 2016) um meðhöndlun glerungsgalla hafa leitt í ljós að postulínsskeljar virka betur en tafarlausar skeljar í mörgum lykilþáttum, þar á meðal útlit tannskeljanna, virkni og ánægju sjúklinga. Þessar niðurstöður benda til þess að þær geta veitt heildstæða lausn fyrir þá sem glíma við glerungsgalla. Þó ber að hafa í huga að hver sjúklingur er einstakur, með sínar sérstöku kröfur sem geta haft áhrif á valið á milli mismunandi framleiðsluaðferða. Þrátt fyrir að postulínsskeljar teljist ákjósanlegri kostur, er mikilvægt að meta hvert tilfelli fyrir sig til að ákvarða hvaða aðferð hentar hverjum og einum.

5.2.4 Slitþol

Það varð ljóst við prófun á slitþoli að feldpsar postulín hafði takmarkað viðnám gegn slitum, sem gæti haft áhrif á langtímaendingu þess í munnholi (Quinn, 2015). Feldspar hefur verið notað í áratugi vegna fagurfræðilegra eiginleika efnisins en takmarkaður styrkur þess getur haft áhrif á hversu vel það stenst álag og slit í munnnum yfir lengri tíma. Þetta getur verið áhyggjuefni, en þó er kostur að efnið er oftast notað á framtannsvæði þar sem álag er ekki eins mikið og aftar í munnnum. Aftur á móti komu nýrri postulínsefni og örfyllt tannlituð fyllingarefni betur út, með zirconia í fararbroddi. Þessar niðurstöður eru mikilvægar fyrir val á efnum í tannskeljar, þar sem slitþol er lykilþáttur í langtímaárangri slíkrar meðferðar.

5.2.5 Langlífi og árangurshlutfall

Langtíma klínísk rannsókn á postulínsskeljum og tafarlausum skeljum hefur varpað ljósi á langlífi og endingu þessara tveggja framleiðsluaðferða (Mazzetti o.fl., 2022). Niðurstöðurnar benda til þess að postulínsskeljar, sem eru þekktar fyrir fagurfræðilega eiginleika sína, hafa einnig lægri bilunartíðni en tafarlausar skeljar. Þetta helst í hendur við aðrar rannsóknir um árangurshlutfall tannskelja, þar sem postulínsskeljar sýna fram á betri árangur á þeim sviðum (Beier o.fl., 2012; Layton og Walton, 2012; Smales og Etemadi, 2004). Önnur rannsókn sem kannaði viðhorf og val sjúklinga innan fegurðartannlækninga leiddi í ljós að meirihluti sjúklinga hallaðist að varanlegum lausnum, svo sem notkun postulínsskelja (Al Otaibi o.fl., 2020). Þetta gefur sterkar vísbendingar um að postulínsskeljar kunni að vera betri kostur fyrir varanlegar meðferðir, þar sem þær eru sterkari og endast lengur án þess að sýna merki um bilun eða brot. Þessar niðurstöður gefa

til kynna að með vali á postulínsskeljum sé hægt að draga úr tíðni viðhalds og lagfæringa sem þarf yfir tímans rás hjá sjúklingum.

5.3 Árangur postulínsskelja

Í nýlegri klínískri rannsókn sem skoðaði notkun postulínsskelja (Gresnigt o.fl., 2019), er vert að taka fram að rannsóknin var einstök í því samhengi að hún einblíndi einungis á þessa tegund tannskelja. Rannsóknin veitti mikilvægar upplýsingar um langtímaárangur og ánægju sjúklinga. Niðurstöðurnar sýndu fram á að meðhöndlun með postulínsskeljum var almennt vel heppnuð, með hátt árangurshlutfall og sjúklingar reyndust ánægðir. Það kom fram að notkun á tafarlausri tannbeinsþéttingu bætti árangurinn marktækt fyrir ákveðinn hóp tanna, sem ítrekar mikilvægi þess að velja réttar aðferðir fyrir hverja meðferð. Þátttakendur rannsóknarinnar voru með mismunandi bakgrunn, þar sem sumir höfðu fyrri reynslu af tannskeljum, á meðan aðrir voru með tennur sem höfðu verið meðhöndlaðar á annan hátt. Þetta gefur til kynna að postulínsskeljar geta verið árangursríkar í fjölbreyttum aðstæðum.

Einnig var athyglisvert að sjá, að þrátt fyrir að ákveðnar tennur sýndu frekari merki um mislitun eða vandamál í tengslum við litastöðugeika, þá þurfti sjaldan að grípa til lagfæringa. Hægt er að draga þá ályktun að postulínsskeljar bjóði upp á fagurfræðilegan ávinning sem er viðvarandi yfir tíma, jafnvel í tilfellum þar sem um er að ræða áhrif frá utanaðkomandi þáttum eins og reykingum.

Að lokum má benda á að ánægja sjúklinga var mjög mikil, sem er vitnisburður um gæði meðferðarinnar og þá þjónustu sem veitt var. Þetta telst mikilvægt, þar sem ánægja sjúklinga er grundvallaratriðið í heilbrigðisþjónustu og hefur bein áhrif á upplifun sjúklinga af meðferðinni.

5.4 Almenn umræða

Athugun á niðurstöðum rannsókna sem kynntar eru í þessum kafla veita djúpan skilning á eiginleikum og virkni tannskelja og dregur fram mikilvæga þætti sem hafa áhrif á langtímaárangur þeirra, ásamt fagurfræðilegri útkomu. Þegar skoðað var efnisval, framleiðsluaðferð og óskir sjúklinga komu fram nokkrar skýrar niðurstöður sem geta mótað notkun tannskelja í tannlækningum.

Varanlegur árangur tannskelja byggir á ítarlegri nálgun við framleiðsluaðferð og vali á efnum sem eru aðlöguð að þörfum og heilsufari hvers sjúklings. Rannsóknir leggja áherslu á að þol gegn efnafræðilegum áhrifum, mislitun og brotþoli skipta grundvallarmáli til þess að tryggja langvarandi klínískan árangur og stuðla að ánægju sjúklinga til lengri tíma.

Auk þess hafa framfarir í efnum tannskelja opnað nýjar leiðir fyrir varanlegri og fallegrri tannskeljar, sem veitir meðferðaraðilum aukna möguleika til að uppfylla breytilegar þarfir sjúklinga sinna. Frá hefðbundnu postulíni til nýjustu CAD/CAM efna, er leit að betri endingu og langlífi lykilatriði í þróun og vali á efnum.

Sjúklingamiðuð nálgun er kjarninn að framleiðslu tannskelja, þar sem væntingar og óskir sjúklinga eru í forgrunni við meðferðaráætlun og ákvarðanatöku. Rannsóknir sem sýna samband á milli ánægju sjúklinga og langlífi tannskelja ítreka mikilvægi þess að samræma klínískar niðurstöður og stýra væntingum sjúklinga.

Í grunninn sýna niðurstöður rannsókna mikilvægi þess að beita sannreyndum aðferðum í framleiðslu tannskelja. Með því að sameina reynslu og klíníska sérfræðipækkingu, geta meðferðaraðilar nálgast fjölbreyttar fagurfræðilegar meðferðir og stefnt að besta mögulega árangri og ánægju sjúklinga.

Ef litið er til framtíðar, þá munu áframhaldandi rannsóknir leiða til frekari skilnings á eiginleikum tannskelja og hvetja til nýsköpunar og framfara á því sviði. Með samstarfi rannsækenda, tannlækna og tannsmiða er hægt að móta framtíðarsýn tannskelja og stuðla að framúrskarandi gæðum, hækka staðla í umönnun, allt í þágu betri árangurs og ánægju sjúklinga.

5.5 Ályktun

Augljóst er að munur er á tafarlausum skeljum og postulínsskeljum þegar bornir eru saman eiginleikar eins og langlífi, slitþol, brotstyrkur og litastöðugleiki. Í fræðilegum bakgrunni var því haldið fram að tannlitað fyllingarefni, sem notað er við framleiðslu tafarlausra skelja, hafi minna viðnám gegn slitum, brotum og mislitun, ásamt því að langlífi þeirra og árangurshlutfall sé minna en hjá skeljum úr postulíni. Í niðurstöðum þeirra rannsókna sem valdar voru, kom fram að feldspar postulín hefur minna viðnám gegn slitum samanborið við tafarlausar skeljar sem kom virkilega á óvart. Einnig skoruðu þær lægst í brotstyrk en þá voru þær framleiddar með CAD/CAM sem gæti haft áhrif á styrk efnisins. Hins vegar stóðust væntingar um postulínsskeljar hvað varðar litastöðugleika og langlífi. Í ljós kom að postulínsskeljar hafa hærra árangurshlutfall en tafarlausar skeljar, ásamt því að halda lit sínum betur. Tafarlausar skeljar verða fyrir frekari áhrifum af vinsælum drykkjum, sem getur haft verulegar afleiðingar á útlit tannskeljanna þegar litið er til lengri tíma.

Ályktað er að postulínsskeljar geti verið ákjósanlegur kostur fyrir sjúklinga sem leita að langvarandi og falgri útkomu. Þær henta sjúklingum vel sem hafa miklar útlitsvæntingar og vilja varanlegan árangur. Þó er mikilvægt taka til umhugsunar að postulínsskeljar eru óafturkræfar þar sem undirbúningur á náttúrulegum tönnum er oftast nauðsynlegur.

Aftur á móti koma tafarlausar skeljar fram sem raunhæfur valkostur fyrir sjúklinga sem leita að hagkvæmum meðferðum sem krefjast lítils inngríps. Þó að tafarlausar skeljar hafi almennt minna brotþol og litastöðugleika samanborið við hefðbundnar postulínsskeljar, bjóða þær upp á aðra kosti hvað varðar kostnað og tíma og eru afturkræfar í flestum tilfellum.

Heimildir

- Abduo, J., Lyons, K. og Swain, M. (2010). Fit of zirconia fixed partial denture: A systematic review. *J Oral Rehabil*, 37(11), 866-876. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2010.02113.x>
- Al Otaibi, F. L., Althumairy, A. F., Al Ahmadi, B. T. og Alkhamis, N. M. (2020). Patients' preferences on different types of esthetic treatment: In saudi arabia. [Article]. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 21(1), 62-67. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2714>
- Albakry, M., Guazzato, M. og Swain, M. V. (2004). Influence of hot pressing on the microstructure and fracture toughness of two pressable dental glass-ceramics. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*, 71(1), 99-107. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.30066>
- Alothman, Y. og Bamasoud, M. S. (2018). The success of dental veneers according to preparation design and material type. *Open Access Maced J Med Sci*, 6(12), 2402-2408. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2018.353>
- Anderson, S. E., Sandoval, P., Sim, G. og Campbell, B. (2020). A comparative expected cost analysis study on dental services and products used in the united states. *ResearchGate*, *ResearchGate*, *Jan.* <http://everant.org/index.php/afmjh/article/view/358>
- Araujo, E. og Perdigao, J. (2021). Anterior veneer restorations - an evidence-based minimal-intervention perspective. *J Adhes Dent*, 23(2), 91-110. <https://doi.org/10.3290/j.jad.b1079529>
- Assaf, A., Azer, S. S., Sfeir, A., Al-Haj Husain, N. og Ozcan, M. (2023). Risk factors with porcelain laminate veneers experienced during cementation: A review. *Materials (Basel)*, 16(14). <https://doi.org/10.3390/ma16144932>

- Beier, U. S., Kapferer, I., Burtscher, D. og Dumfahrt, H. (2012). Clinical performance of porcelain laminate veneers for up to 20 years. *Int J Prosthodont*, 25(1), 79-85. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22259802>
- Bernardo, M., Luis, H., Martin, M. D., Leroux, B. G., Rue, T., Leitao, J. og DeRouen, T. A. (2007). Survival and reasons for failure of amalgam versus composite posterior restorations placed in a randomized clinical trial. *J Am Dent Assoc*, 138(6), 775-783. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2007.0265>
- Boitelle, P., Mawussi, B., Tapie, L. og Fromentin, O. (2014). A systematic review of cad/cam fit restoration evaluations. *J Oral Rehabil*, 41(11), 853-874. <https://doi.org/10.1111/joor.12205>
- Bona, A. D., Pecho, O. E. og Alessandretti, R. (2015). Zirconia as a dental biomaterial. *Materials (Basel)*, 8(8), 4978-4991. <https://doi.org/10.3390/ma8084978>
- Bonsor, S. J. og Pearson, G. (2012). *A clinical guide to applied dental materials*. Elsevier Health Sciences.
- Bühler-Zemp, P., Völkel, T. og Fischer, K. (2011). Scientific documentation ips e. Max® press. *Ivoclar Vivadent: Schaan, Liechtenstein*, 1-40. https://www.ivoclar.com/en_li/products/metal-free-ceramics/ips-e.max-press
- Calamia, J. R. og Calamia, C. S. (2007). Porcelain laminate veneers: Reasons for 25 years of success. *Dent Clin North Am*, 51(2), 399-417, ix. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2007.03.008>
- Chandrasekhar, V., Rudrapati, L., Badami, V. og Tummala, M. (2017). Incremental techniques in direct composite restoration. *J Conserv Dent*, 20(6), 386-391. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29430088>
- Christensen, G. J. (2004a). Restoring a single anterior tooth: Solutions to a dental dilemma. *J Am Dent Assoc*, 135(12), 1725-1727. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2004.0126>

- Christensen, G. J. (2004b). What is a veneer?: Resolving the confusion. *The Journal of the American Dental Association*, 135(11), 1574-1576. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2004.0084>
- Coelho-de-Souza, F. H., Gonçalves, D. S., Sales, M. P., Erhardt, M. C. G., Corrêa, M. B., Opdam, N. J. M. og Demarco, F. F. (2015). Direct anterior composite veneers in vital and non-vital teeth: A retrospective clinical evaluation. *Journal of Dentistry*, 43(11), 1330-1336. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.08.011>
- Cooper, L. F., Culp, L. og Luedin, N. (2016). A digital approach to improved overdentures for the adolescent oligodontia patient. *J Esthet Restor Dent*, 28(3), 144-156. <https://doi.org/10.1111/jerd.12217>
- Czechowski, L., Dejak, B., Konieczny, B. og Krasowski, M. (2023). Evaluation of fracture resistance of occlusal veneers made of different types of materials depending on their thickness. *Materials (Basel)*, 16(17). <https://doi.org/10.3390/ma16176006>
- D'Arcangelo, C., De Angelis, F., Vadini, M. og D'Amario, M. (2012). Clinical evaluation on porcelain laminate veneers bonded with light-cured composite: Results up to 7 years. *Clin Oral Investig*, 16(4), 1071-1079. <https://doi.org/10.1007/s00784-011-0593-0>
- D'Arcangelo, C., Vadini, M., D'Amario, M., Chiavaroli, Z. og De Angelis, F. (2018). Protocol for a new concept of no-prep ultrathin ceramic veneers. *J Esthet Restor Dent*, 30(3), 173-179. <https://doi.org/10.1111/jerd.12351>
- Daneshpooy, M., Pournaghi Azar, F., Alizade Oskoe, P., Bahari, M., Asdagh, S. og Khosravani, S. R. (2019). Color agreement between try-in paste and resin cement: Effect of thickness and regions of ultra-translucent multilayered zirconia veneers. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*, 13(1), 61-67. <https://doi.org/10.15171/joddd.2019.010>
- Das, S. K. og Dana, K. (2003). Differences in densification behaviour of k- and na-feldspar-containing porcelain bodies. *Thermochimica Acta*, 406(1), 199-206. [https://doi.org/10.1016/S0040-6031\(03\)00257-0](https://doi.org/10.1016/S0040-6031(03)00257-0)

- Davidowitz, G. og Kotick, P. G. (2011). The use of cad/cam in dentistry. *Dent Clin North Am*, 55(3), 559-570, ix. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2011.02.011>
- De Angelis, F., D'Arcangelo, C., Angelozzi, R. og Vadini, M. (2023). Retrospective clinical evaluation of a no-prep porcelain veneer protocol. *J Prosthet Dent*, 129(1), 40-48. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.04.016>
- Dederichs, M., Viebranz, S., An, H., Guentsch, A. og Kuepper, H. (2023). Wear pattern-associated color stability of prefabricated composite veneers versus ceramic veneers. *J Prosthodont*, 32(7), 646-652. <https://doi.org/10.1111/jopr.13617>
- Della Bona, A. og Kelly, J. R. (2008). The clinical success of all-ceramic restorations. *J Am Dent Assoc*, 139 Suppl, 8S-13S. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2008.0361>
- Denry, I. og Kelly, J. R. (2008). State of the art of zirconia for dental applications. *Dent Mater*, 24(3), 299-307. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2007.05.007>
- Drummond, J. L. (2008). Degradation, fatigue, and failure of resin dental composite materials. *J Dent Res*, 87(8), 710-719. <https://doi.org/10.1177/154405910808700802>
- El-Mowafy, O., El-Aawar, N. og El-Mowafy, N. (2018). Porcelain veneers: An update. *Dent Med Probl*, 55(2), 207-211. <https://doi.org/10.17219/dmp/90729>
- Elsaka, S. E. og Elnaghy, A. M. (2016). Mechanical properties of zirconia reinforced lithium silicate glass-ceramic. *Dent Mater*, 32(7), 908-914. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.03.013>
- Etman, M. K. og Woolford, M. J. (2010). Three-year clinical evaluation of two ceramic crown systems: A preliminary study. *J Prosthet Dent*, 103(2), 80-90. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(10\)60010-8](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(10)60010-8)
- Fischer, K., Bühler-Zemp, P. og Völkel, T. (2005). Scientific documentation ips e. Max cad. *Schaan, Liechtenstein: Ivoclar Vivadent*, 1(1), 1-30. https://www.ivoclar.com/en_li/products/digital-processes/ips-e.max-cad
- Fortin, D. J. (1999). Porcelain veneers: A challenging case. *J Can Dent Assoc*, 65(2), 110-112. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10079621>

- Garber, D. A. og Goldstein, R. E. (1988). *Porcelian laminate veneers* (1 bindi). Quintessence Pub Co.
- Greggs, T. (1988). *Porcelain laminate veneers* (1 bindi). Quintessence Publishing Co.
- Gresnigt, M., Cune, M. S., Schuitemaker, J., van der Made, S. A. M., Meisberger, E. W., Magne, P. og Özcan, M. (2019). Performance of ceramic laminate veneers with immediate dentine sealing: An 11 year prospective clinical trial. [Article]. *Dental materials*, 35(7), 1042-1052. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.04.008>
- Gresnigt, M., Kalk, W. og Ozcan, M. (2012). Randomized controlled split-mouth clinical trial of direct laminate veneers with two micro-hybrid resin composites. *J Dent*, 40(9), 766-775. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.05.010>
- Gresnigt, M. og Ozcan, M. (2011). Esthetic rehabilitation of anterior teeth with porcelain laminates and sectional veneers. *J Can Dent Assoc*, 77, b143. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22067068>
- Gresnigt, M., Sugii, M. M., Johanns, K. og van der Made, S. A. M. (2021). Comparison of conventional ceramic laminate veneers, partial laminate veneers and direct composite resin restorations in fracture strength after aging. *J Mech Behav Biomed Mater*, 114, 104172. <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2020.104172>
- Haralur, S. B. (2018). Microleakage of porcelain laminate veneers cemented with different bonding techniques. *J Clin Exp Dent*, 10(2), e166-e171. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmid/29670735/>
- Hepdeniz, O. K. og Temel, U. B. (2023). Clinical survival of no-prep indirect composite laminate veneers: A 7-year prospective case series study. *BMC Oral Health*, 23(1), 257. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-02949-5>
- Hui, K. K., Williams, B., Davis, E. H. og Holt, R. D. (1991). A comparative assessment of the strengths of porcelain veneers for incisor teeth dependent on their design characteristics. *Br Dent J*, 171(2), 51-55. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4807602>
- Jankar, A. S., Kale, Y., Kangane, S., Ambekar, A., Sinha, M. og Chaware, S. (2014). Comparative evaluation of fracture resistance of ceramic veneer with three different

incisal design preparations - an in-vitro study. *J Int Oral Health*, 6(1), 48-54.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24653603>

Jurado, C., Watanabe, H., Tinoco, J. V., Valenzuela, H. U., Perez, G. G. og Tsujimoto, A. (2020). A conservative approach to ceramic veneers: A case report. *Oper Dent*, 45(3), 229-234. <https://doi.org/10.2341/19-051-T>

Kiliçarslan, M. A., Çulhaoğlu, A. K., Çakirbay Taniş, M., Kiliçarslan, M. og Ocak, M. (2023). Comparison of microleakage and fracture strength of veneering techniques for polyetheretherketone cores. [Article]. *Current Research in Dental Sciences*, 33(3), 160-166. <https://doi.org/10.5152/CRDS.2023.22102>

Korkut, B. (2018). Smile makeover with direct composite veneers: A two-year follow-up report. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*, 12(2), 146-151. <https://doi.org/10.15171/joddd.2018.023>

Korkut, B., Yanikoglu, F. og Gunday, M. (2013). Direct composite laminate veneers: Three case reports. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*, 7(2), 105-111. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23875090>

Layton, D. M. og Walton, T. R. (2012). The up to 21-year clinical outcome and survival of feldspathic porcelain veneers: Accounting for clustering. *Int J Prosthodont*, 25(6), 604-612. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23101040>

Lee, Y. K. (2015). Translucency of dental ceramic, post and bracket. *Materials (Basel)*, 8(11), 7241-7249. <https://doi.org/10.3390/ma8115379>

Lin, C. C., Tsai, Y. L., Li, U. M., Chang, Y. C., Lin, C. P. og Jeng, J. H. (2008). Horizontal/oblique root fractures in the palatal root of maxillary molars with associated periodontal destruction: Case reports. *Int Endod J*, 41(5), 442-447. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01360.x>

Lin, W. S., Zandinejad, A., Metz, M. J., Harris, B. T. og Morton, D. (2015). Predictable restorative work flow for computer-aided design/computer-aided manufacture-fabricated ceramic veneers utilizing a virtual smile design principle. *Oper Dent*, 40(4), 357-363. <https://doi.org/10.2341/13-295-S>

- Mainjot, A. K. J. og Charavet, C. (2020). Orthodontic-assisted one step- no prep technique: A straightforward and minimally-invasive approach for localized tooth wear treatment using polymer-infiltrated ceramic network cad-cam prostheses. *J Esthet Restor Dent*, 32(7), 645-661. <https://doi.org/10.1111/jerd.12630>
- Mazzetti, T., Collares, K., Rodolfo, B., da Rosa Rodolpho, P. A., van de Sande, F. H. og Cenci, M. S. (2022). 10-year practice-based evaluation of ceramic and direct composite veneers. *Dental materials*, 38(5), 898-906. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2022.03.007>
- McLaren, E. A. og LeSage, B. (2011). Feldspathic veneers: What are their indications. *Compend Contin Educ Dent*, 32(3), 44-49. https://www.researchgate.net/profile/Brian-Lesage/publication/51115729_Feldspathic_veneers_What_are_their_indications/links/5ea2735c299bf1438943ef82/Feldspathic-veneers-What-are-their-indications.pdf
- Meereis, C. T., de Souza, G. B., Albino, L. G., Ogliari, F. A., Piva, E. og Lima, G. S. (2016). Digital smile design for computer-assisted esthetic rehabilitation: Two-year follow-up. *Oper Dent*, 41(1), E13-22. <https://doi.org/10.2341/14-350-S>
- Meijering, A. C., Roeters, F. J., Mulder, J. og Creugers, N. H. (1997). Patients' satisfaction with different types of veneer restorations. *J Dent*, 25(6), 493-497. [https://doi.org/10.1016/s0300-5712\(96\)00067-x](https://doi.org/10.1016/s0300-5712(96)00067-x)
- Miranda, M. E., Olivieri, K. A., Rigolin, F. J. og de Vasconcellos, A. A. (2016). Esthetic challenges in rehabilitating the anterior maxilla: A case report. *Oper Dent*, 41(1), 2-7. <https://doi.org/10.2341/14-269-S>
- Miyazaki, T., Nakamura, T., Matsumura, H., Ban, S. og Kobayashi, T. (2013). Current status of zirconia restoration. *J Prosthodont Res*, 57(4), 236-261. <https://doi.org/10.1016/j.jpjor.2013.09.001>
- Nadgouda, M., Patel, A., Nikhade, P., Chandak, M. og Gupta, R. (2022). Bridging gaps: A comparative approach to managing midline diastema. *Cureus Journal of Medical Science*, 14(8). <https://doi.org/10.7759/cureus.28355>

- Nalbandian, S. og Millar, B. J. (2009). The effect of veneers on cosmetic improvement. *Br Dent J*, 207(2), E3; discussion 72-73. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2009.609>
- Ohrvik, H. G. og Hjortsjö, C. (2020). Retrospective study of patients with amelogenesis imperfecta treated with different bonded restoration techniques. [Article]. *Clinical and Experimental Dental Research*, 6(1), 16-23. <https://doi.org/10.1002/cre2.243>
- Peumans, M., Van Meerbeek, B., Lambrechts, P. og Vanherle, G. (1997). The 5-year clinical performance of direct composite additions to correct tooth form and position. I. Esthetic qualities. *Clin Oral Investig*, 1(1), 12-18. <https://doi.org/10.1007/s007840050003>
- Peumans, M., Van Meerbeek, B., Lambrechts, P., Vuylsteke-Wauters, M. og Vanherle, G. (1998). Five-year clinical performance of porcelain veneers. *Quintessence Int*, 29(4), 211-221. [https://www.thejpd.org/article/S0022-3913\(98\)70046-0/fulltext](https://www.thejpd.org/article/S0022-3913(98)70046-0/fulltext)
- Pini, N. P., Aguiar, F. H., Lima, D. A., Lovadino, J. R., Terada, R. S. og Pascotto, R. C. (2012). Advances in dental veneers: Materials, applications, and techniques. *Clin Cosmet Investig Dent*, 4, 9-16. <https://doi.org/10.2147/CCIDEN.S7837>
- Qaraghuli, A. M., Signore, A., Benedicenti, S., El Halawani, M. T. og Solimei, L. (2022). Comparison and effect of common beverages on color stability of different esthetic restorative materials: An in vitro study. [Article]. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 23(11), 1085-1090. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3419>
- Quinn, G. D. (2015). On edge chipping testing and some personal perspectives on the state of the art of mechanical testing. *Dental materials*, 31(1), 26-36. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.08.378>
- Radz, G. M. (2011). Minimum thickness anterior porcelain restorations. *Dent Clin North Am*, 55(2), 353-370, ix. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2011.01.006>
- Ranjzad, H., Heidari, B., Rad, F. O., Hendi, A. og Ghorbani, Z. (2022). Evaluation of effect of zirconia surface treatment with co(2) and nd:Yag lasers on shear bond strength between zirconia frameworks and porcelain veneers. *J Contemp Dent Pract*, 23(10), 1026-1032. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-3412>

- Reshad, M., Cascione, D. og Magne, P. (2008). Diagnostic mock-ups as an objective tool for predictable outcomes with porcelain laminate veneers in esthetically demanding patients: A clinical report. *J Prosthet Dent*, 99(5), 333-339. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(08\)00056-5](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(08)00056-5)
- Sa, T. C. M., de Carvalho, M. F. F., de Sa, J. C. M., Magalhaes, C. S., Moreira, A. N. og Yamauti, M. (2018). Esthetic rehabilitation of anterior teeth with different thicknesses of porcelain laminate veneers: An 8-year follow-up clinical evaluation. *Eur J Dent*, 12(4), 590-593. https://doi.org/10.4103/ejd.ejd_241_17
- Shaini, F. J., Shortall, A. C. og Marquis, P. M. (1997). Clinical performance of porcelain laminate veneers. A retrospective evaluation over a period of 6.5 years. *J Oral Rehabil*, 24(8), 553-559. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2842.1997.00545.x>
- Shibata, S., Taguchi, C. M. C., Gondo, R., Stolf, S. C. og Baratieri, L. N. (2016). Ceramic veneers and direct-composite cases of amelogenesis imperfecta rehabilitation. [Article]. *Operative Dentistry*, 41(3), 233-242. <https://doi.org/10.2341/15-079-T>
- Silva, L. H. D., Lima, E., Miranda, R. B. P., Favero, S. S., Lohbauer, U. og Cesar, P. F. (2017). Dental ceramics: A review of new materials and processing methods. *Braz Oral Res*, 31(suppl 1), e58. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0058>
- Smales, R. J. og Etemadi, S. (2004). Long-term survival of porcelain laminate veneers using two preparation designs: A retrospective study. *Int J Prosthodont*, 17(3), 323-326. <http://43.230.198.52/216/IJP/2004/june/12.pdf>
- Smielak, B., Armata, O. og Bojar, W. (2022). A prospective comparative analysis of the survival rates of conventional vs no-prep/minimally invasive veneers over a mean period of 9 years. *Clin Oral Investig*, 26(3), 3049-3059. <https://doi.org/10.1007/s00784-021-04289-6>
- Van Noort, R. og Barbour, M. E. (2023). *Introduction to dental materials-e-book: Introduction to dental materials-e-book*. Elsevier Health Sciences. <https://books.google.is/books?hl=en&lr=&id=h-LLEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Introduction+to+dental+materials&ots=0JD>

T80BofL&sig=WJw4xdgmEf_wokd5jCOAwklEDIA&redir_esc=y#v=onepage&q=Introduction%20to%20dental%20materials&f=false

- Wiegand, A., Rodig, T. og Attin, T. (2005). [treatment of crown fractured incisors: Reattachment instead of restoration?]. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*, 115(12), 1172-1181. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16408822>
- Willard, A. og Gabriel Chu, T. M. (2018). The science and application of ips e.Max dental ceramic. *Kaohsiung J Med Sci*, 34(4), 238-242. <https://doi.org/10.1016/j.kjms.2018.01.012>
- Wolfart, S., Eschbach, S., Scherrer, S. og Kern, M. (2009). Clinical outcome of three-unit lithium-disilicate glass-ceramic fixed dental prostheses: Up to 8 years results. *Dent Mater*, 25(9), e63-71. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.05.003>
- Wolff, D., Kraus, T., Schach, C., Pritsch, M., Mente, J., Staehle, H. J. og Ding, P. (2010). Recontouring teeth and closing diastemas with direct composite buildups: A clinical evaluation of survival and quality parameters. *J Dent*, 38(12), 1001-1009. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.08.017>
- Yen, T. W., Blackman, R. B. og Baez, R. J. (1993). Effect of acid etching on the flexural strength of a feldspathic porcelain and a castable glass ceramic. *J Prosthet Dent*, 70(3), 224-233. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(93\)90056-t](https://doi.org/10.1016/0022-3913(93)90056-t)
- Zarone, F., Ferrari, M., Mangano, F. G., Leone, R. og Sorrentino, R. (2016). "Digitally oriented materials": Focus on lithium disilicate ceramics. *Int J Dent*, 2016, 9840594. <https://doi.org/10.1155/2016/9840594>

