

20 ² Відділення щелепно-лицевої хірургії Військового інституту медицини,
21 Варшава, Польща

22

23 *Кореспондуючий автор: Olszewski Raphael, Department of oral and maxillofacial
24 surgery, Cliniques universitaires saint Luc, Université catholique de Louvain, Av.
25 Hippocrate 10, 1200 Brussels, Belgium phone+3227645718; fax: +3227645876;
26 ORCID iD: orcid.org/0000-0002-2211-7731.

27

28 Відомості про перекладачів:

29 ^a The Danylo Halytsky Lviv National Medical University, 69, Pekarska str., 79010,
30 Lviv, Ukraine

31

32 Примітка: погляди, висловлені у статті, є власною думкою авторів і не
33 відображають офіційну позицію установи/ організації.

34

35

36

37

Резюме

38 Метою роботи було складання систематизованого огляду ускладнень, що
39 виникають при проведенні операції швидкого хірургічно-асистованого
40 розширення верхньої щелепи (surgically-assisted rapid maxillary expansion –
41 SARME). На платформі Pubmed ми знайшли 37 статей на вищезгадану
42 тематику, 12 з яких було вилучено з огляду згідно з критеріями виключення.
43 Решту 25 статей було переглянуто та проаналізовано у повному обсязі. Серед
44 основних зворотніх ускладнень SARME найчастіше зустрічалися приєднання
45 інфекції, біль після втручання та кровотечі. Також зустрічалися ускладнення,
46 пов'язані з встановленням дистракторів, ускладнення, що вимагають
47 здійснення вторинних хірургічних втручань, а також ускладнення з боку
48 горбово-крилоподібного з'єднання. Основними незворотніми ускладненнями,
49 що виникають внаслідок проведення SARME, виявились втрата зубів та
50 кісткової тканини альвеолярного гребеня, а також переломи кісток основи
51 черепа. Застосування конусно-променевої комп'ютерної томографії верхньої
52 щелепи та кісток основи черепа для планування операційного втручання може
53 допомогти попередити виникнення більшості можливих ускладнень. З етичних
54 міркувань, ми рекомендуємо лікарям під час проведення SARME зосередити
55 зусилля не на мінімізації інвазивності втручання, а на попередженні
56 ускладнень, оскільки ускладнення SARME в будь-якому випадку можуть
57 потенційно нанести більше шкоди пацієнтові, ніж розширення інвазивності
58 цієї процедури.

59

60 **Ключові слова:** хірургічно-асистоване, швидке, розширення верхньої щелепи,
61 ускладнення, піднебіння.

62

63

64

Вступ

65 Зменшення поперечного розміру верхньої щелепи – аномалія зубощелепної
66 системи, що зазвичай характеризується наявністю однобічного чи двобічного
67 перехресного прикусу в дистальних відділах [1], скупченням зубів у
68 фронтальній ділянці [1], збільшенням нахилу жувальних зубів у лінгвальному
69 напрямку, трикутною формою альвеолярної дуги, а також наявністю вузького,
70 «готичного» піднебіння [2]. Звуження верхньої щелепи може виникнути як
71 ізольована вада, що спричиняє лише функціональні порушення, або в
72 поєднанні з іншими естетичними вадами, такими як звуження дна носової
73 порожнини, заглиблення носогубних складок та гіпоплазія виличної та
74 параназальної ділянок [2-5]. Цей стан призводить до низки естетичних та
75 функціональних порушень, з-поміж яких можна виокремити зниження
76 жувальної функції, пов'язане з аномалією прикусу та скупченням зубів, появу
77 ротового дихання, чи апное, пов'язаних з частковою чи повною обструкцією
78 носових ходів [5-6]. Звуження верхньої щелепи і «готичне» піднебіння є
79 ознаками синдрому порушення скелетного розвитку [5,7], серед інших ознак
80 якого виокремлюють: (1) порушення носового дихання, (2) високе
81 розташування дна порожнини носа, (3) появу ротового дихання, (4) двобічний
82 перехресний прикус, поєднаний з «готичним піднебінням», а також (5)
83 збільшення носових раковин, що спричиняє зменшення об'єму повітроносних
84 шляхів порожнини носа [5,7].

85 Нормальний поперечний розмір верхньої щелепи є важливою умовою для
86 стабільної та нормально функціонуючої оклюзії [5,8]. Ортопедичне
87 розширення є методом вибору для пацієнтів з несформованим лицевим
88 скелетом [5]. Однак, з настанням дорослого віку завершується формування
89 кісткових швів, що значно ускладнює виправлення аномалій ортопедичним
90 шляхом [5,9,10], а використання цього методу у дорослих пацієнтів може
91 призводити до деформації зубів та альвеолярного відростка без досягнення
92 бажаного розширення щелепи [5]. Результатом такого втручання може стати
93 персистенція чи рецидив симптомів, поява болю, ураження пародонту (поява
94 значних ясенних рецесій), компресія періодонтальної зв'язки, та порушення
95 оклюзії [5]. Звуження верхньої щелепи в більшості випадків можна також
96 компенсувати за допомогою ортодонтичного лікування, або ж з застосуванням
97 сегментарних хірургічних маніпуляцій на верхній щелепі, однак цього не буде
98 достатньо для досягнення бажаного ефекту у випадку коли наявні значне
99 зменшення трансверзальних розмірів верхнього зубного ряду, неспівпадіння
100 трансверзальних розмірів зубних рядів >7 мм, тощо [11]. Зменшення
101 трансверзальних розмірів верхнього зубного ряду у дорослих пацієнтів більше,
102 ніж на 5 мм є підставою для розгляду можливості проведення SARME [5].
103 Дефіцит, що складає менше, ніж 5 мм може бути компенсований
104 ортопедичним шляхом, а дефіцит, що складає більше, ніж 7 мм є абсолютним

105 показанням до проведення SARME [5]. Також можливість проведення SARME
106 розглядається, коли дефіцит ширини верхнього зубного ряду поєднується зі
107 збільшенням ширини нижнього [5], оскільки маніпуляції, що спрямовані на
108 звуження нижньої щелепи, зазвичай є технічно складнішими та призводять до
109 більшої кількості ускладнень, аніж ті, що проводяться на верхній щелепі з
110 метою її розширення [5].

111 У вищеперерахованих випадках серед рекомендованих втручань можна
112 розглядати швидке хірургічно-асистоване розширення верхньої щелепи (surgi-
113 cally-assisted rapid maxillary expansion – SARME), а також швидке хірургічно-
114 асистоване розширення піднебіння (surgically-assisted rapid palatal expansion –
115 SARPE) [11]. Серед переваг цих втручань, порівняно з ортопедичним
116 розширенням верхньої щелепи виокремлюють: зменшення кількості
117 ускладнень з боку пародонту, покращення носового дихання [5,12-16],
118 зменшення або зникнення «щічних коридорів», що надає позитивного
119 косметичного ефекту [5,17], а також менший ризик екструзії зубів, ніж при
120 проведенні ортопедичного розширення [5,13]. Також варто зазначити, що під
121 час цього втручання видалення зубів для забезпечення нормальної оклюзії
122 часто не є необхідним [5]. Після проведення SARME зникають також і
123 асоційовані з вказаною скелетною аномалією проблеми з кістковим
124 звукопроведенням, що призводять до часткової чи повної втрати слуху [5,7,18-
125 23].

126 Методика ортопедичного розширення верхньої щелепи (Orthopaedic maxillary
127 expansion - OME) була вперше задокументована Angell у 1860 році в описі
128 клінічного випадку [24-26]. OME, проведена у дітей ще до формування
129 серединного шва, показала дуже позитивні результати, однак у дорослих
130 людей її ефективність була значно нижчою [27]. В дорослих пацієнтів
131 проведення OME може призводити до низки ускладнень, а саме значного
132 нахилу жувальних зубів у вестибулярному напрямку [28-32], компресії
133 періодонтальної зв'язки, резорбції щічних коренів [26,33-36], деформації
134 кістки альвеолярного гребеня [29], появи фенестрацій [37-39], некрозу м'яких
135 тканин піднебіння [40], відсутності бажаного розширення щелепи, болю та
136 недовготривалості ефекту [26,27,29,33] тощо. Bell та Erker описували, що
137 проведення OME в дорослих пацієнтів може призводити до появи болю та
138 некрозу слизової оболонки піднебіння [27,41]. Timms та Moss [36] навели
139 гістопатологічні докази резорбції коренів та змін в пульпі зубів, в тому числі і
140 відкладання пульпових каменів [27,33]. Mommaerts окреслив стратегію
141 лікування пацієнтів з скелетними аномаліями, що призводять до звуження
142 верхньої щелепи і зазначив, що проведення OME показане пацієнтам лише у
143 віці до 12 років, в той час як проведення SARPE показане у віці 14 років та
144 старше [26,27,31]. Серед показань до проведення SARPE можна виокремити
145 зрілість скелетних структур, екстремальну гіпоплазію верхньої щелепи,
146 однобічне чи двобічне скупчення зубів у фронтальній ділянці, наявність
147 «щічних коридорів» під час усмішки, а також відсутність результату після
148 проведення OME [26,27]. Серед цілей, яких дозволяє досягнути проведення

149 SARPE у дорослих пацієнтів зі звуженим верхнім зубним рядом, автори
150 [26,42,43] вказують на:

- 151 1. Збільшення поперечного розміру верхньої щелепи, корекція
152 перехресного прикусу без проведення додаткових хірургічних
153 втручань [26];
- 154 2. Розширення верхньої щелепи, як попередня процедура перед
155 подальшим ортогнатичним лікуванням. Це дозволяє уникнути
156 ризиків, що пов'язані з проведенням сегментарної остеотомії [26];
- 157 3. Забезпечення достатньої кількості простору для зубів, що скупчилися,
158 без проведення вимушених видалень зубів [26];
- 159 4. Розширення верхньої щелепи у випадку гіпоплазії, асоційованої з
160 розщілинами піднебіння [26];
- 161 5. Зменшення «щічних коридорів» при усмішці [26];
- 162 6. Збільшення податливості кісткових швів [26].

163

164 SARPE/SARME – хірургічні методики, розроблені для корекції скелетних
165 аномалій, що призводять до звуження верхньої щелепи, у скелетно зрілих
166 пацієнтів [44]. SARPE дозволяє подолати ригідність верхньої щелепи,
167 пов'язану з завершенням формування кісткових швів у пацієнтів, що сягають
168 зрілості [44]. Хід операції SARPE виглядає наступним чином: під загальною
169 анестезією проводиться горизонтальна остеотомія за Ле Фор I, а також
170 серединна вертикальна остеотомія піднебіння з встановленням піднебінного
171 дистрактора [44]. Щодо SARME, то існує низка описаних методик, серед яких
172 1) виключно вертикальна остеотомія в ділянці серединного шва [45], 2)
173 двобічна остеотомія від грушоподібного отвору до горбово-крилоподібних
174 з'єднань без залучення піднебіння [46], 3) субтотальна горизонтальна
175 остеотомія за Ле Фор I, поєднана з вертикальною остеотомією піднебінного
176 шва [47], 4) повна двобічна остеотомія від грушоподібного отвору до горбово-
177 крилоподібних з'єднань, розщеплення піднебіння, перегородки носа та
178 горбово-крилоподібних з'єднань, а також 5) методика трьохфрагментного
179 розщеплення з повною мобілізацією [49]. Обґрунтуванням більш інвазивних з
180 описаних методик є полегшена мобілізація структур лицевого скелета, що
181 дозволяє знизити тиск на жувальні зуби на ортопедичному етапі процедури,
182 надлишок якого може спричинити резорбцію коренів, екструзію та
183 захворювання пародонта [26,44,50]. Водночас, більш інвазивні методики
184 достовірно призводять до більшої кількості ускладнень [11,27,49].

185 У більшості описаних методик остеотомія вилично-верхньощелепного
186 з'єднання від грушоподібного отвору до горбово-крилоподібного з'єднання є
187 ключовою ланкою для успіху втручання, оскільки вважається, що власне ця
188 ділянка створює значний опір при спробі розширення верхньої щелепи [27].
189 Важливим джерелом опору при розширенні є серединний шов піднебіння [27].
190 Горбово-крилоподібні з'єднання також обмежують мобільність верхньої
191 щелепи, однак більшість хірургів рекомендують утриматися від остеотомії в
192 цій ділянці у зв'язку з безпосередньою близькістю крилоподібного венозного

193 сплетення [27]. При проведенні втручань, що не включають роз'єднання
194 горбово-крилоподібних з'єднань, розкриття половин верхньої щелепи
195 відбувається у формі букви V, з верхівкою дозад [27,44,50-53].
196 Огляди ускладнень SARPE/SARPE, що наявні на PubMed, здебільшого
197 несистематизовані, або не знаходяться у відкритому доступі: Verquin et al.,
198 2017 [1], Dergin et al., 2016 [27], Carneiro et al., 2013 [54], Williams et al., 2012
199 [11], Chrcanovic et al., 2009 [5], Suri et al., 2008 [26], Lanigan et al., 2002 [33]
200 тощо. Відтак, нашою метою було надати систематизований огляд ускладнень,
201 що виникають при проведенні SARPE/SARME, що знаходиться у
202 вільному доступі.

203 **Матеріали та методи**

204 Для пошуку інформації нами була використана лише одна база даних – Pub-
205 Med, пошуком статей займався один оглядач. Пошуковий запит був
206 сформований наступним чином: ("complications" [Subheading] OR "complica-
207 tions" [All Fields]) AND (("surgical procedures, operative" [MeSH Terms] OR
208 ("surgical" [All Fields] AND "procedures" [All Fields] AND "operative" [All
209 Fields]) OR "operative surgical procedures" [All Fields] OR "surgical"[All Fields])
210 AND assisted [All Fields] AND rapid [All Fields] AND ("palate" [MeSH Terms]
211 OR "palate" [All Fields] OR "palatal" [All Fields]) AND expansion [All Fields])
212 09.02.2019.

213
214 Серед критеріїв включення: англійська або французька мова написання,
215 відсутність лімітування дати публікації (статті датовані від 1948 року).
216 Критерії виключення: інша мова написання, окрім перерахованих, пацієнти з
217 розщілинами піднебіння, синдромальні пацієнти. Інші методики розширення
218 щелеп, окрім SARME, були також вилучені з огляду. Ускладнення,
219 безпосередньо не пов'язані з SARME, такі як нудота і блювання після
220 проведення втручання (стандартне ускладнення загальної анестезії) [1], чи
221 госпіталізація з приводу шлунково-кишкових кровотеч, спровокованих
222 прийомом НПЗП [1], з огляду вилучені.

223 Згідно з пошуковим запитом було знайдено 37 статей, 12 з яких було вилучено
224 згідно з критеріями виключення. 25 статей було прочитано та проаналізовано в
225 повному обсязі.

226
227
228
229
230
231

232

Результати

233

Зворотні ускладнення

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

Приєднання інфекції [1, 2, 11, 26, 27, 33, 53-56] було зафіксоване в різних авторів з 5 дня по 4 місяць після втручання [11]. В деяких пацієнтів інфікування було пов'язане з недотриманням адекватної гігієни ротової порожнини [2]. Наявність решток їжі в ділянці хірургічних розрізів до їх повного загоєння призводила до проліферації бактеріальної флори з подальшим розвитком інфекційного процесу [2]. Williams et al. [11] зафіксували інфікування у 6.7% всіх прооперованих пацієнтів [11]. Інфекційний процес здебільшого спостерігався в дистальних ділянках скеліття присінка ротової порожнини, тобто у місці найбільшого скупчення решток їжі, що пояснюється рухами язика під час пережовування [11]. Також інфікування спостерігалось в ділянці вертикальної остеотомії по серединній лінії [11]. В результаті посіву були ідентифіковані клібсієли, превотели, а також низка видів роду стафілокок. Лікування здійснювалось призначенням антибактеріальних препаратів перорально [11].

Запалення верхньощелепного синуса було зафіксовано до 6 тижнів після операції [1, 11, 26, 27, 53, 55-57]. Найчастішою причиною був хронічний синусит, не діагностований у пацієнта до операції [58]. Грибкове інфікування верхньощелепного синуса після SARME спостерігалось нечасто [53]. Повідомлялось, що травмування внаслідок проведення остеотомій в ділянці бічної стінки порожнини носа може спричинити формування фістул між нижнім носовим ходом та синусом, що модифікуватиме мікрофлору порожнини носа власне через занесення грибків [53]. Біль після втручання згадувався у більшості статей про ускладнення SARME [1, 2, 11, 26, 27, 33, 53, 55, 59], і був здебільшого пов'язаний зі значною мобілізацією кісткових структур під час операційного втручання з відповідним значним набряком м'яких тканин [1]. Також біль може з'явитися внаслідок форсованого розтягнення кісткових структур без адекватної їх мобілізації на етапі distraкції [33]. Біль в ділянці втручання, а також біль голови може тривати до 2-х тижнів після проведення SARME [1, 27]. Кровотечі були також зафіксовані доволі часто [1, 2, 11, 26, 27, 33, 53, 54, 56, 59]. Артеріальним кровотечам з ділянки верхньощелепного синуса можна запобігти, використовуючи доступ за Колдуеллом-Люком та лігуванням судин [33]. Іншим джерелом кровотеч при SARME є ушкодження при виконанні остеотомії серединного шва та бічних стінок носової порожнини слизова оболонка носа [27,33]. Носові кровотечі при SARME можна зупинити шляхом переднього чи заднього тампонування порожнини носа [11], а відтак вони вважаються незначним ускладненням, за виключенням випадків наявності у пацієнтів коагулопатій [27]. Під час проведення остеотомії рекомендовано [53] спрямовувати остеотом медіально та вгору, щоб уникнути пошкодження нижньої носової раковини та слизової оболонки носової порожнини. Також, під час здійснення SARME можливе ушкодження низхідної піднебінної артерії у зв'язку з неможливістю її прямої візуалізації [53]. Ризик кровотечі знижується якщо хірург уникає зайвого

розсічення м'яких тканин при виконанні втручання [53]. Використання різноманітних методів гемостазу, зокрема електрокоагуляції чи застосування гемостатичних желатинових губок, що розсмоктуються, знижують ризик інтра- чи післяопераційних кровотеч [1]. Єдиний випадок носової кровотечі у віддаленому післяопераційному періоді, що становила ризик для життя пацієнта, був зафіксований Mehra et al. [60]. Компартмент-синдром орбіти, що був спричинений ретробульбарною кровотечею, та призвів до пожиттєвої сліпоти, був зафіксований у 34-річної жінки після проведення SARME [1, 33, 53]. Тромбоемболія гілки середньої мозкової артерії, спричинена надливом внутрішньої сонної артерії з подальшим тромбоутворенням та відривом тромба під час надлишкових рухів головою та шиєю пацієнта в ході втручання, була зафіксована в одному випадку [53]. Були задокументовані випадки ушкодження або компресії гілок верхньощелепного нерва [26], що призводило до втрати чутливості зубів, парестезій в ділянці верхньої губи [1], слизової оболонки піднебіння [53], та підочномкової ділянки [1, 27, 53, 56]. Якщо ці симптоми носили двобічний характер, це пояснювалося здебільшого тиском, що здійснювався на нервові закінчення набряклими м'якими тканинами [1]. Наявність такої симптоматики свідчила також про травматизацію нервів під час операції, зазвичай ретракційними щипцями [27,53], а прогноз у таких випадках не був оптимістичним [1]. Однак, у більш ніж 80% пацієнтів з однобічною анестезією / парестезією в ділянці іннервації підочного нерва симптоми зникали до 4-х тижнів після втручання, а з двобічною – до 6-ти місяців [53]. Mehra et al. описали випадок тимчасового парезу окоорухового нерва [55, 60]. Також були зафіксовані кілька випадків набряку [59], наявності саден [2], гематом в ділянці носогубної складки [55,56], а також великих, помітних гематом в ділянці щоки [1, 27], що зникли самостійно.

303

304

Ускладнення, пов'язані з застосуванням дистракторів

305

306

307

308

309

310

311

312

313

314

315

316

317

318

319

Хронічний біль при використанні дистракторів Наас виникає внаслідок надлишкової компресії тканин піднебіння пацієнта, що здійснюється акриловою пластинкою дистрактора, яка запобігає небажаному нахилу верхньощелепних кісток в часі дистракції [2]. Окрім причин, пов'язаних з помилками у виготовленні дистрактора, є ще дві причини, що можуть призводити до надлишкової компресії: виконання дистракції тканин занадто швидко, не дотримуючись протоколу розширення, або ж недостатня мобілізація кісткових структур на хірургічному етапі процедури [2]. Методом вирішення цієї проблеми є зняття дистрактора з подальшою корекцією товщини акрилової пластинки [2]. В одному з описаних випадків, дистрактор типу Нугах не було встановлено до початку хірургічного втручання, що призвело до подовження часу операції [1]. У двох пацієнтів виникли проблеми з активацією дистрактора, що призвело до затримки процесу розширення через 1 тиждень після активації [1]. Також була зафіксована екструзія зубів, до яких

фіксується дистрактор [26, 27]. У випадках, коли були встановлені дистрактори з кістковою фіксацією [6, 26, 54, 55], були зафіксовані такі ускладнення, як послаблення дистрактора [6, 26, 54, 55], а також злам [26, 54], від'єднання чи блокування циліндра [26, 54, 55, 62-64], або пошкодження головки чи блокування гвинта [26, 54]. При застосуванні всіх видів дистракторів, було зафіксоване подразнення слизової оболонки твердого піднебіння, пов'язане з тиском пристрою на тканини [27, 33], що в деяких випадках призводило до асептичного некрозу м'яких тканин [11, 26, 27, 33, 54]. У одного з пацієнтів виник некроз кісткової тканини твердого піднебіння, корекцію ускладнення було здійснено за допомогою місцевої хірургічної обробки ділянки ушкодження [11].

331

332

Зворотні ускладнення, що вимагають здійснення вторинних хірургічних втручань

333

334

335

336

337

338

339

340

341

342

343

344

345

346

347

348

349

350

351

352

353

354

355

356

Ускладнення, пов'язані з роз'єднанням горбово-крилоподібного з'єднання

357

358

359

360

361

362

Під час виконання остеотомії за Ле Фор І, крилоподібні відростки клиноподібної кістки можуть залишатися з'єднаними з горбом верхньощелепної кістки, або ж бути роз'єднаними [44]. Така процедура носить назву горбово-крилоподібного роз'єднання (pterygomaxillary disjunction – PTMD) [44]. Втручання зазвичай виконується за допомогою зігнутого

363 остеотома під пальцевим контролем. Особливу увагу варто звертати на
364 анатомічні утвори, що розташовуються у цій ділянці [44], а саме низхідна
365 піднебінна артерія та крилопіднебінна ямка [44]. Виконання PTMD дає змогу
366 якісніше мобілізувати верхню щелепу, однак пов'язане з високим ризиком
367 ушкодження вищезгаданих утворів, тому доцільність його виконання досі
368 обговорюється [49]. PTMD достовірно збільшує ймовірність виникнення таких
369 ускладнень, як небажані переломи, кровотечі чи тинітус [33, 49, 57, 65]. В
370 літературі зафіксовано низку випадків переломів крилоподібних пластинок
371 клиноподібної кістки, задньої стінки верхньощелепного синуса, кісток основи
372 черепа та орбіти при виконанні PTMD [33, 49, 54, 66-68]. В ході експерименту,
373 здійсненого Shetty et al. [39, 69] з використанням фотоеластичної моделі,
374 встановлено, що навантаження на кісткову тканину під час спроби виконання
375 остеотомії передається на глибше розташовані тканини, зокрема великі крила
376 та тіло клиноподібної кістки [33]. Структури клиноподібної кістки
377 перебувають у безпосередній близькості з такими анатомічними утворами, як
378 внутрішня сонна артерія, очний, окоруховий, блоковий та відвідний нерви, а
379 тому перелом тіла чи крил клиноподібної кістки, особливо за наявності
380 підвищеної пневматизації клиноподібного синуса, може бути ускладнений
381 ушкодженням вищезгаданих структур [33]. Серед зафіксованих ускладнень
382 PTMD виокремлюють також інтраопераційні та післяопераційні кровотечі,
383 пов'язані з ушкодженням гілок верхньощелепної артерії, зокрема задньої
384 верхньої альвеолярної артерії, а також вен крилоподібного сплетення [49, 27,
385 33]. Newhouse et al. [70] описали випадок надриву внутрішньої сонної артерії з
386 подальшим розвитком масивної кровотечі, що трапилася внаслідок перелому
387 крилоподібного відростка клиноподібної кістки в ході виконання PTMD [49].
388 Ризик кровотеч при виконанні PTMD достовірно збільшується, порівняно з
389 втручаннями, коли ця процедура не здійснюється [27], хоча Betts et al. [4]
390 встановили, що роз'єднання крилоподібних відростків та горбів верхньої
391 щелепи дозволяє якісно краще мобілізувати її дистальні відділи. Літературні
392 повідомлення свідчать, що основним джерелом кровотеч при здійсненні
393 SARME є власне гілки верхньощелепної артерії та крилоподібне венозне
394 сплетення, які ушкоджуються власне при виконанні PTMD [27]. Turvey та Fon-
395 sеса [71, 72] встановили, що в середньому відстань між найнижчою точкою
396 крилоподібного відростка та найнижче розташованою з гілок верхньощелепної
397 артерії складає близько 25 мм [27,71]. Ці виміри мають бути враховані при
398 здійсненні остеотомії задля уникнення ушкодження вказаних анатомічних
399 структур [27]. Turvey та Fonseca рекомендують використання остеотома
400 товщиною приблизно 10 мм у дорослих пацієнтів і зазначають, що найбільший
401 ризик ушкодження піднебінної артерії виникає при виконанні остеотомії в
402 ділянці бічних стінок носової порожнини та PTMD [27, 71]. Мінімізувати
403 ризик ушкодження піднебінної артерії можна, якщо обмежити обсяг
404 остеотомії до 35 мм дозadu від грушоподібного отвору у чоловіків, та 30 мм у
405 жінок [4, 27].

406

407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450

Незворотні ускладнення

Є описані випадки зміни кольору обох центральних різців в ділянці серединної вертикальної остеотомії, хоча на рентгенологічних знімках не було виявлено сепарації альвеолярного відростка від кореня різця [1]. Несвоєчасне виявлення помилок при здійсненні серединної вертикальної остеотомії може призводити до тяжких уражень періодонта та подальшої втрати зубів [1]. Зміна кольору зуба може бути наслідком недостатнього кровопостачання зубів після втручання [26], безпосереднього інтраопераційного ушкодження зуба, або поєднанням обох факторів з подальшим пульпарним крововиливом, некрозом та витоком некротичних залишків в дентинний шар [1]. Встановлено, що зменшення кровопостачання, яке в першу чергу стосується центральних різців, з'являється після операції, сягає свого піку на 3-й день втручання, та відновлюється до рівня близько 60% від нормального до 7-го дня [11]. Встановлення дистрактора, що зазвичай здійснюється власне на 5-7 день після операції, може ускладнювати реваскуляризацію [11]. Зміна кольору одного з центральних різців проявлялась, як правило, у перші 8 тижнів [11]. У таких випадках на КТ можна було спостерігати лінію остеотомії, що зазвичай була косою та несиметричною, а також сепарацію кореня зуба від прилеглої кісткової тканини альвеолярного відростка [11]. У випадках, коли за наявності вказаного ускладнення лінія остеотомії на знімках виявлялась симетричною, зазвичай спостерігалось нетипове зближення коренів центральних різців [11]. Серед ускладнень SARME описували і критичні порушення кровопостачання [1, 11, 26, 27, 56] одного чи обох різців, а також ікол [2]. У деяких пацієнтів спостерігалась критична втрата об'ємів кісткової тканини в ділянці різців аж до втрати зубів [2, 11, 53], що здебільшого були пов'язані з сепарацією коренів зубів від прилеглої альвеолярної кістки з подальшим приєднанням інфекції в місцях остеотомії [11]. Описані також випадки перелому кореня центрального різця в процесі здійснення SARME [59], коли пацієнт скаржився на біль через 1 місяць після операції, а фрагмент кореня було видалено з наступним призначенням ортодонтичного лікування [59]. Причиною перелому зубів вважають надлишкові рухи остеотомом [59]. Ясенні рецесії здебільшого виникали у перші два місяці після операції [1, 2, 11, 26, 27, 55, 56, 62, 73, 74] на центральних різцях [1,11], або на зубах, що використовувалися для фіксації дистрактора [1]. В низці випадків, ясенні рецесії з'явилися внаслідок ушкодження фіксуючою частиною дистрактора ясенного сосочка з подальшим від'єднанням його від мезіальної поверхні прилеглого зуба [11]. Недостатня мобілізація верхньої щелепи збільшує ризик несиметричного, недостатнього чи невдалого розширення верхньої щелепи, а також ризик ураження пародонта [1]. Була описана поява періодонтальних кишень [59], а також втрата періодонтальних тканин [1, 2, 11, 26, 33, 53, 56] в ділянці між центральними різцями. Більшість кісткових дефектів були незначними (2 мм), та не вимагали додаткового лікування [11]. Однак, у двох пацієнтів спостерігалась дуже значна втрата кісткової тканини, що в результаті вимагало

451 видалення обох центральних різців [1,11]. У цих пацієнтів остеотомії були
452 здійснені не по центральній лінії, що призвело до сепарації кореня зуба та
453 прилеглої альвеолярної кістки, та приєднання інфекції [11]. У одного з
454 пацієнтів спостерігалась також зміна кольору одного з центральних різців [11].
455 Серед причин вищезгаданих ускладнень виокремлюють помилки в здійсненні
456 остеотомій, приєднання інфекції, неадекватне застосування дистрактора або ж
457 поєднання цих факторів [11]. Зовнішня резорбція апікальної третини кореня
458 [1, 11, 26, 27, 31, 55, 59, 75] центральних різців також спостерігалася після
459 здійснення SARME. Однак, неможливо визначити, що було причиною
460 ускладнення - хірургічне втручання чи подальше ортодонтичне лікування [1].
461 У трьох пацієнтів виникло мимовільне слюзовиділення [1, 27, 55, 56]. У
462 одного з них слюзовиділення було однобічним та тривало 1 день, у двох
463 інших – двобічним з тривалістю 1 та 4 дні. Скарги, що спостерігалися менше,
464 ніж тиждень, ускладненнями не вважалися [27]. Деякі автори описують появу
465 тинїтусу після здійснення SARME з PTMD [1, 27, 56]. Був також описаний
466 випадок появи кісти носопіднебінного каналу після втручання [26, 53, 76].
467 Також описані ушкодження нервів, наприклад гілок верхньощелепного нерва
468 [1, 55], та двобічна анестезія язика [26, 53]. Збереження цілісності структур,
469 що розташовуються в ділянці задніх відділів верхньої щелепи та горбово-
470 крилоподібного з'єднання є необхідним для попередження таких ускладнень,
471 як масивні кровотечі та некроз верхньої щелепи [2, 11, 26, 49, 53, 56]. Серед
472 найнебезпечніших незворотніх ускладнень вважаються переломи структур
473 клиноподібної кістки, що призводять до ушкодження розташованих близько
474 нервів, серед яких III, VI, VII черепні нерви [33,54]. Деякі автори описували
475 також переломи основи черепа з розвитком орбітального компартмент-
476 синдрому, що призводило до пожиттєвої сліпоти [60].

477

478

Обговорення

479

480

481

482

483

484

485

486

487

488

489

490

491

492

493

Результати цього дослідження свідчать про те, що SARME, як і будь-яке інше хірургічне втручання, становить ризик для пацієнта, та має проводитися лише після ретельного обстеження пацієнта та планування втручання [1]. Ускладнення SARME можуть становити загрозу для життя пацієнта, а відтак мають проводитися лише досвідченими щелепно-лицевими хірургами і лише в умовах стаціонару. Індивідуальний підхід до планування втручання є ключовим фактором успіху. Обов'язковим є проведення конусно-променевої комп'ютерної томографії ділянки верхньої щелепи та основи черепа. Основними завданнями при аналізі конусно-променевих комп'ютерних томограм є:

- Виявлення наявних запальних процесів у повітроносних синусах чи станів, що до них призводять;
- Вивчення анатомічних особливостей нижньої носової раковини (на наявність гіпертрофії);

- 494 - Візуалізація низхідної піднебінної артерії та вимірювання відстані від
- 495 неї до грушоподібного отвору;
- 496 - Візуалізація інфраорбітального отвору та його анатомічних
- 497 особливостей;
- 498 - Перевірка наявності варіацій структури інфраорбітального каналу,
- 499 canalis sinuosis;
- 500 - Вивчення анатомічних особливостей крилоподібних відростків,
- 501 наявності осифікованої птеригоалярної зв'язки, що може підвищити
- 502 ризик перелому кісток основи черепа при остеотомії;
- 503 - Візуалізація анатомічних особливостей коренів ікол та різців,
- 504 вимірювання відстані між коренями центральних різців / між
- 505 коренями центральних та бічних різців;
- 506 - Виявлення зовнішньої резорбції коренів зубів;
- 507 - Візуалізація носопіднебінного каналу та перевірка на наявність
- 508 кістозних утворень;
- 509 - Візуалізація носослізного каналу та його відношення щодо лінії
- 510 остеотомії;
- 511 - Візуалізація клиноподібної кістки, клиноподібного синуса, їх
- 512 анатомічних особливостей та типів пневматизації клиноподібного
- 513 синуса.

514 Якісний післяопераційний догляд та інструктування пацієнта може запобігти
515 низці ускладнень, пов'язаних з недотриманням гігієни ротової порожнини та
516 подальшим приєднанням інфекції. Надавати перевагу варто застосуванню
517 новітніх дистракторів, що є легкими у використанні. За можливості, перевагу
518 над звичайними остеотомами варто надавати п'єзотомам, що значно збільшить
519 точність та зменшить травматизацію тканин, а 3D-планування ліній остеотомії
520 значно знизить ризики ускладнень з боку зубів та кровоносних судин.
521 Можливе застосування механічних моделей для відтворення розподілу
522 навантаження на кісткові структури при використанні різних методик
523 мобілізації та дистракції. Ці моделі згодом можуть бути використані для
524 розробки індивідуального плану лікування пацієнтів. У вільному доступі
525 наявна недостатня кількість статей про ускладнення SARPE/SARME, що
526 утруднює доступ лікарів до інформації на цю тематику. Насамкінець, ми
527 рекомендуємо лікарям під час проведення SARME зосередити зусилля не на
528 мінімізації інвазивності втручання, а на попередженні ускладнень, оскільки
529 ускладнення SARME в будь-якому випадку можуть потенційно нанести
530 більше шкоди пацієнтові, аніж розширення інвазивності цієї процедури.
531
532

533

534

- **Подяка:** відсутня

535

- **Джерела фінансування:** це дослідження не було профінансоване

536

- **Конфлікт інтересів:** професор R. Olszewski є головним редактором видання Nemesis. Інші автори заперечують наявність конфлікту інтересів

537

538

- **Етичне схвалення:** схвалення етичної комісії не є необхідним для цього дослідження

539

540

- **Інформована згода:** надання інформованої згоди не є необхідним для цього дослідження

541

542

543

авторський внесок :

Автор	Роль в здійсненні дослідження
Raphael Olszewski	Підготовка ідеї дослідження, пошук інформації, розробка методології, пошук ресурсів, збір і інтеграція даних, валідація, супервізія, написання тексту, огляд і редагування статті
Marcin Wisniewski	Підготовка ідеї дослідження, валідація, написання тексту статті, огляд і редагування статті

544

545

546

Посилання

547

548

1. Verquin M, Daems L, Politis C. Short-term complications after surgically assisted rapid palatal expansion: a retrospective cohort study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2017;46:303-308.

549

550

551

552

2. Pereira MD, Koga AF, Prado GPR, Ferreira LM. Complications from surgically assisted rapid maxillary expansion with HAAS and HYRAX expanders. *J Craniofac Surg* 2018;29:275-278.

553

554

555

556

3. Handelman CS. Nonsurgical rapid maxillary alveolar expansion in adults: a clinical evaluation. *Angle Orthod* 1997;67:291-305.

557

558

- 559 4. Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD, Higgins-Barber K, Fonseca RJ. Diagnosis
560 and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int J Adult Orthodon Orthognath*
561 *Surg* 1995;10:75–96.
562
- 563 5. Chrcanovic BR, Custódio AL. Orthodontic or surgically assisted rapid maxillary
564 expansion. *Oral Maxillofac Surg* 2009;13:123-137. Review.
565
- 566 6. Haas AJ. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by
567 opening the midpalatal suture. *Angle Orthod* 1961;31:73–90.
568
- 569 7. Lupton T. Conductive hearing loss and rapid maxillary expansion. *Am J Orthod*
570 1981;80:325–331.
571
- 572 8. Vanarsdall RL, White RP Jr. Three-dimensional analysis for skeletal problems.
573 *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1994;9:159.
574
- 575 9. Melsen B. Palatal growth studied on human autopsy material. A histologic
576 microradiographic study. *Am J Orthod* 1975;68:42–54.
577
- 578 10. Melsen B, Melsen F. The postnatal development of the palatomaxillary region
579 studied on human autopsy material. *Am J Orthod* 1982;82:329–342.
580
- 581 11. Williams BJ, Currimbhoy S, Silva A, O’Ryan FS. Complications following
582 surgically assisted rapid palatal expansion: a retrospective cohort study. *J Oral*
583 *Maxillofac Surg* 2012;70:2394-2402.
584
- 585 12. Doruk C, Sökücü O, Sezer H, Canbay EI. Evaluation of nasal airway resistance
586 during rapid maxillary expansion using acoustic rhinometry. *Eur J Orthod*
587 2004;26:397–401.
588
- 589 13. Koudstaal MJ, Smeets JB, Kleinrensink GJ, Schulten AJ, van der Wal KG.
590 Relapse and stability of surgically assisted rapid maxillary expansion: an anatomic
591 biomechanical study. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67:10–14.
592
- 593 14. Warren DW, Hershey HG, Turvey TA, Hinton VA, Hairfield WM. The nasal
594 airway following maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*
595 1987;91:111–116.
596
- 597 15. Wertz RA. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by
598 opening the mid palatal suture. *Angle Orthod* 1961;31:73–90.
599
- 600 16. Wertz RA. Changes in nasal airflow incident to rapid maxillary expansion.
601 *Angle Orthod* 1968;38:1–11.
602
- 603 17. Hershey HG, Stewart BL, Warren DW. Changes in nasal airway resistance

- 604 associated with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod* 1976;69:272–284.
605
- 606 18. Ceylan I, Oktay H, Demirci M. The effect of rapid maxillary expansion on con-
607 ductive hearing loss. *Angle Orthod* 1996;66:301–307.
608
- 609 19. Cozza P, Di Girolamo S, Ballanti F, Panfilio F. Orthodontist-
610 otorhinolaryngologist: an interdisciplinary approach to solve otitis media. *Eur J*
611 *Paediatr Dent* 2007;8:83–88.
612
- 613 20. Kilic N, Kiki A, Oktay H, Selimoğlu E. Effects of rapid maxillary expansion on
614 conductive hearing loss. *Angle Orthod* 2008;78:409–414.
615
- 616 21. Taşpınar F, Uçüncü H, Bishara SE. Rapid maxillary expansion and conductive
617 hearing loss. *Angle Orthod* 2003;73:669–673.
618
- 619 22. Timms DJ. Effect of rapid maxillary expansion on hearing loss. *Angle Orthod*
620 1997;67:244–246.
621
- 622 23. Villano A, Grampi B, Fiorentini R, Gandini P. Correlations between rapid max-
623 illary expansion (RME) and the auditory apparatus. *Angle Orthod* 2006;76:752–758.
624
- 625 24. Angell EH. Treatment of irregularity of permanent adult teeth. *Dent Cosmos*
626 1860;1:540-544.
627
- 628 25. Timms DJ. Emerson C. Angell (1822-1903). Founding father of rapid maxillary
629 expansion. *Dent Hist* 1997:3-12.
630
- 631 26. Suri L, Taneja P. Surgically assisted rapid palatal expansion: a literature review.
632 *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;133:290-302.
633
- 634 27. Dergin G, Aktop S, Varol A, Ugurlu F, Garip H. Complications related to
635 surgically assisted rapid palatal expansion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral*
636 *Radiol* 2015;119:601-607.
637
- 638 28. Timms DJ. A study of basal movement with rapid maxillary expansion. *Am J*
639 *Orthod* 1980;77:500-507.
640
- 641 29. Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture
642 opening. *Am J Orthod* 1970;58:41-66.
643
- 644 30. Isaacson RJ, Murphy TD. Some effects of rapid maxillary expansion in cleft lip
645 and palate patients. *Angle Orthod* 1964; 34:143-154.
646
- 647 31. Mommaerts MY. Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion.
648 *Br J Oral Maxillofac Surg* 1999;37:268-272.

- 649
650 32. Zimring JF, Isaacson RJ. Forces produced by rapid maxillary expansion. 3.
651 Forces present during retention. *Angle Orthod* 1965;35:178-186.
652
- 653 33. Lanigan DT, Mintz SM. Complications of surgically assisted rapid palatal
654 expansion: review of the literature and report of a case. *J Oral Maxillofac Surg*
655 2002;60:104-110.
656
- 657 34. Barber AF, Sims MR. Rapid maxillary expansion and external root resorption in
658 man: a scanning electron microscope study. *Am J Orthod* 1981;79:630-652.
659
- 660 35. Langford SR, Sims MR. Root surface resorption, repair, and periodontal
661 attachment following rapid maxillary expansion in man. *Am J Orthod* 1982;81:108-
662 115.
663
- 664 36. Timms DJ, Moss JP. An histological investigation into the effects of rapid
665 maxillary expansion on the teeth and their supporting tissues. *Trans Eur Orthod Soc*
666 1971:263-271.
667
- 668 37. Moss JP. Rapid expansion of the maxillary arch. II. Indications for rapid
669 expansion. *JJPO J Pract Orthod* 1968;2:215-23.
670
- 671 38. Moss JP. Rapid expansion of the maxillary arch. I. Indications for rapid
672 expansion. *JPO J Pract Orthod* 1968;2:165-171.
673
- 674 39. Shetty V, Caridad JM, Caputo AA, Chaconas SJ. Biomechanical rationale for
675 surgical-orthodontic expansion of the adult maxilla. *J Oral Maxillofac Surg*
676 1994;52:742-749.
677
- 678 40. Alpern MC, Yurosko JJ. Rapid palatal expansion in adults with and without
679 surgery. *Angle Orthod* 1987;57:245-263.
680
- 681 41. Bell WH, Epker BN. Surgical-orthodontic expansion of the maxilla. *Am J*
682 *Orthod* 1976;70:517-528.
683
- 684 42. Woods M, Wiesenfeld D, Probert T. Surgically-assisted maxillary expansion.
685 *Aust Dent J* 1997;42:38-42.
686
- 687 43. Koudstaal MJ, Poort LJ, van der Wal KG, Wolvius EB, Prah1-Andersen B,
688 Schulten AJ. Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): a review of
689 the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2005;34:709-714.
690
- 691 44. Hamedi Sangsari A, Sadr-Eshkevari P, Al-Dam A, Friedrich RE, Freymiller E,
692 Rashad A. Surgically assisted rapid palatomaxillary expansion with or without
693 pterygomaxillary disjunction: A systematic review and meta-analysis. *J Oral*

- 694 Maxillofac Surg 2016;74:338-348.
695
- 696 45. Timms DJ, Vero D. The relationship of rapid maxillary expansion to surgery
697 with special reference to midpalatal synostosis. Br J Oral Surg 1981;19:180-196.
698
- 699 46. Lehman JA Jr, Haas AJ. Surgical-orthodontic correction of transverse maxillary
700 deficiency. Clin Plast Surg 1989;16:749-755.
701
- 702 47. Byloff FK, Mossaz CF. Skeletal and dental changes following surgically assisted
703 rapid palatal expansion. Eur J Orthod 2004;26:403-409.
704
- 705 48. Habersack K, Becker J, Ristow O, Paulus GW. Dental and skeletal effects of
706 two-piece and three-piece surgically assisted rapid maxillary expansion with com-
707 plete mobilization: a retrospective cohort study. J Oral Maxillofac Surg
708 2014;72:2278-2288.
709
- 710 49. Zandi M, Miresmaeili A, Heidari A, Lamei A. The necessity of pterygomaxillary
711 disjunction in surgically assisted rapid maxillary expansion: A short-term, double-
712 blind, historical controlled clinical trial. J Craniomaxillofac Surg 2016;44:1181-
713 1186.
714
- 715 50. de Freitas RR, Gonçalves AJ, Moniz NJ, Maciel FA. Surgically assisted
716 maxillary expansion in adults: prospective study. Int J Oral Maxillofac Surg
717 2008;37:797-804.
718
- 719 51. Isaacson R, Ingram A. Forces produced by rapid maxillary expansion: forces
720 present during treatment. Angle Orthod 1964;34:256-260.
721
- 722 52. Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial expansion. Am J
723 Orthod 1970;57:219-255.
724
- 725 53. Cakarer S, Keskin B, Isler SC, Cansiz E, Uzun A, Keskin C. Complications
726 associated with surgically assisted rapid palatal expansion without pterygomaxillary
727 separation. J Stomatol Oral Maxillofac Surg 2017;118:279-282.
728
- 729 54. Carneiro JT Jr, Paschoal EH, Carreira AS, Real RP. Carotid cavernous fistula
730 after surgically assisted rapid maxillary expansion with a bone anchored appliance.
731 Int J Oral Maxillofac Surg 2013;42:326-328.
732
- 733 55. Barrabé A, Meyer C, Bonomi H, Weber E, Sigaux N, Louvrier A. Surgically
734 assisted rapid palatal expansion in class III malocclusion: Our experience. J
735 Stomatol Oral Maxillofac Surg 2018;119:384-388.
736
- 737 56. Kufita K, Melean LP, Grady MS, Panchal N. Massive middle cerebral artery

- 738 infarction after surgically assisted rapid palatal expansion: A case report. *J Oral*
739 *Maxillofac Surg* 2017;75:1529.
- 740
- 741 57. Schimming R, Feller KU, Herzmann K, Eckelt U. Surgical and orthodontic rapid
742 palatal expansion in adults using Glassman's technique: retrospective study. *Br J*
743 *Oral Maxillofac Surg* 2000;38:66-69.
- 744
- 745 58. Galbiati G, Maspero C, Giannini L, Guenza GC, Zanoni F, Farronato G.
746 Orthodontic-surgical treatment and respiratory function: rhinomanometric
747 assessment. *Minerva Stomatol* 2017;66:91-97.
- 748
- 749 59. Carvalho PHA, Garcia RR, Estrela CB, Pereira Filho VA. Root fracture as a
750 complication of surgically assisted rapid maxillary expansion. *J Craniofac Surg*
751 2018;29:e529-e530.
- 752
- 753 60. Mehra P, Cottrell DA, Caiazzo A, Lincoln R. Life-threatening, delayed epistaxis
754 after surgically assisted rapid palatal expansion: a case report. *J Oral Maxillofac*
755 *Surg* 1999;57:201-204.
- 756
- 757 61. Glassman AS, Nahigian SJ, Medway JM, Aronowitz HI. Conservative surgical
758 orthodontic adult rapid palatal expansion: sixteen cases. *Am J Orthod* 1984; 86:207-
759 213.
- 760
- 761 62. Carmen M, Marcella P, Giuseppe C, Roberto A. Periodontal evaluation in
762 patients undergoing maxillary expansion. *J Craniofac Surg* 2000;11:491-494.
- 763
- 764 63. Silverstein K, Quinn PD. Surgically assisted rapid palatal expansion for
765 management of transverse maxillary deficiency. *J Oral Maxillofac Surg*
766 1997;55:725-727.
- 767
- 768 64. Chuah C, Mehra P. Bilateral lingual anesthesia following surgically assisted
769 rapid palatal expansion: report of a case. *J Oral Maxillofac Surg* 2005;63:416-418.
- 770
- 771 65. Anttila A, Finne K, Keski-Nisula K, Somppi M, Pænula K, Peltomäki T.
772 Feasibility and longterm stability of surgically assisted rapid maxillary expansion
773 with lateral osteotomy. *Eur J Orthod* 200;26:391-395.
- 774
- 775 66. Wikkeling OM, Koppendraaier J. In vitro studies on lines of osteotomy in the
776 pterygoid region. *J Maxillofac Surg* 1973;1:209-212.
- 777
- 778 67. Wikkeling OM, Tacoma J: Osteotomy of the pterygomaxillary junction. *Int J*
779 *Oral Surg* 1975;4:99-103.
- 780
- 781 68. Robinson PP, Hendy CW: Pterygoid plate fractures caused by the Le Fort I
782 osteotomy. *Br J Oral Maxillofac Surg* 198;24:198-202.

- 783
784 69. Shash H, Al-Halabi B, Jozaghi Y, Aldekhayel S, Gilardino MS. A review of
785 tissue expansion-assisted techniques of cleft palate repair. *J Craniofac Surg*
786 2016;27:760-766.
787
- 788 70. Newhouse RF, Schow SR, Kraut RA, Price JC. Life-threatening hemorrhage
789 from a Le Fort I osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 1982;40:117-119.
790
- 791 71. Turvey TA, Fonseca RJ. The anatomy of the internal maxillary artery in the
792 pterygopalatine fossa: its relationship to maxillary surgery. *J Oral Surg* 1980;38:92-
793 95.
794
- 795 72. Apinhasmit W, Methathrathip D, Ploytubtim S, et al. Anatomic study of the
796 maxillary artery at the pterygomaxillary fissure in a Thai population: its relationship
797 to maxillary osteotomy. *J Med Assoc Thai* 2004;87:1212-1217.
798
- 799 73. Harada K, Sato M, Omura K. Blood flow change and recovery of sensibility in
800 the maxillary dental pulp during and after maxillary distraction: a pilot study. *Oral*
801 *Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004;98:528-532.
802
- 803 74. Cureton SL, Cuenin M. Surgically assisted rapid palatal expansion: orthodontic
804 preparation for clinical success. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116: 46-59.
805
- 806 75. Vardimon AD, Graber TM, Pitaru S. Repair process of external root resorption
807 subsequent to palatal expansion treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*
808 1993;103:120-130.
809
- 810 76. Mermer RW, Rider CA, Cleveland DB. Nasopalatine canal cyst: a rare sequelae
811 of surgical rapid palatal expansion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*
812 *Endod* 1995;80:620.
813
814