

UNIVERSITAT DE BARCELONA

Facultat de Medicina i Ciències de la Salut

Grau d'Odontologia



**UNIVERSITAT DE
BARCELONA**

**Facultat de Medicina
i Ciències de la Salut**

**INFLUÈNCIA DEL DISSENY DE LA
INCISIÓ EN L'EXTENSIÓ DEL PENJOLL:**

Un estudi in-vitro

Treball Final de Grau

Bassel Traboulsi Garet

26 de Juny del 2017

ÍNDEX

<i>Abstract</i>	1
Resum	2
Introducció	3
Justificació i objectius	5
Materials i mètodes	5
Disseny	5
Càlcul de la mida de la mostra.....	5
Estudi de la mostra	6
Criteris d'inclusió i exclusió.....	7
Aleatorització.....	7
Protocol quirúrgic	8
Extracció de dades	10
Anàlisi estadístic	11
Resultats	12
Influència del disseny de la incisió en el grau d'extensió del penjoll	12
Influència de la maniobra de Rehrmann en el grau d'extensió del penjoll ...	14
Comparacions múltiples	14
Discussió	17
Limitacions	19
Conclusions	20
<i>Conclusions</i>	20
Bibliografia	21

ABSTRACT

Introduction: It is well known that wound dehiscence is one of the most frequent complications in guided bone regeneration (6.95% - 13.1%). The main cause of this outcome might be the lack of primary closure and tension-free wound closure. In particular flap and its incision designs might help to achieve this kind of closure.

Aim: Evaluate and compare the effect of periosteal-releasing incisions (Rehrmann's technique) on the extension of three different designs: crestal incisions, triangular and trapezoidal flaps; as well as evaluate which is the best design in guided bone regeneration treatments according to its major principles.

Material and methods: 12 pig mandibles were used to study the extension of flap designs, which underwent a randomized distribution among three groups: 1) crestal incision, 2) triangular flap and 3) trapezoidal flap. A split-mouth design was used, in which each mandible was randomly assigned a test hemiarch (periosteal-releasing incision) and a control hemiarch (no periosteal-releasing incision). Therefore six subgroups of four hemiarches each were obtained. In order to use a standardized traction, it was previously calibrated by a dynamometer (110 grams = 1.079 Newtons).

Results: The extension of control subgroups obtained a mean of 5.14 mm with no statistically significant differences among the subgroups ($p = 0.165$). On the other hand, the extension of test subgroups obtained a mean of 7.37 mm with statistically significant differences among the subgroups ($p < 0.001$). In addition, in test subgroups it was seen a significant extension increase on crestal incision (0.57 mm; $p = 0.003$) and on trapezoidal flap design (4.93 mm; $p = 0.014$). The increase of trapezoidal flap and periosteal-releasing incision associated was significantly higher than the other analysed subgroups.

Conclusions: Rhermann's technique use allows obtaining a low tension primary closure. Trapezoidal flap design associated to a periosteal-releasing incision shows significantly better outcomes than other studied designs.

RESUM

Introducció: S'ha establert la dehiscència com una de les complicacions més habituals en regeneració òssia guiada (6.95% - 13.1%). La principal causa esdevé l'absència de tancament del penjoll per primera intenció i lliure de tensió. En particular, el disseny del penjoll i les incisions que el componen jugaran un paper clau en obtenir un tancament correcte de la ferida.

Objectius: Avaluar i comparar el paper que desenvolupa la incisió al periosti (maniobra de Rehrmann) en l'extensió de tres dissenys diferents: incisió crestal, penjoll triangular i trapezoïdal, així com comparar l'extensió entre els tres dissenys i, en relació cost/benefici, valorar el disseny més adequat per la regeneració òssia guiada.

Materials i mètodes: 12 mandíbules de porc foren distribuïdes de forma aleatòria en tres grups segons el disseny de penjoll adjudicat: 1) incisió crestal, 2) penjoll triangular i 3) penjoll trapezoïdal. Seguint un disseny d'estudi a boca partida, cada mandíbula s'assignà de forma aleatòria una hemiarcades test (secció periòstica) i una control (sense maniobra de Rehrmann); obtenint 6 subgrups de 4 hemiarcades. S'utilitzà una tracció estandarditzada, la qual va ser prèviament calibrada mitjançant un dinamòmetre (110 grams = 1.079 N).

Resultats: S'obtingué una mitjana de l'extensió dels subgrups control de 5.14 mm sense diferències estadísticament significatives entre els subgrups ($p = 0.165$). D'altra banda, els subgrups test obtingueren una mitjana de l'extensió de 7.37 mm amb diferències estadísticament significatives entre els subgrups ($p < 0.001$). Pel que fa a l'ús de la maniobra de Rehrmann mostrà un increment significatiu en els dissenys incisió crestal (0.57 mm; $p = 0.003$) i penjoll trapezoïdal (4.93 mm; $p = 0.014$). L'increment del penjoll trapezoïdal amb secció periòstica fou significativament major en comparació a qualsevol dels altres subgrups analitzats.

Conclusions: L'ús de la maniobra de Rehrmann permetrà obtenir un tancament per primera intenció a baixa tensió. El disseny trapezoïdal associat a la secció periòstica presenta resultats significativament millors que la resta de dissenys avaluats.

INTRODUCCIÓ

D'ençà que Brånemark va definir el concepte de osseointegració a mitjans dels anys 60 (1), les rehabilitacions orals han canviat dràsticament gràcies a la introducció dels implants dentals. No obstant, la presència d'un adequat volum ossi és essencial per a que el tractament assoleixi uns resultats òptims (2). Així doncs, la regeneració òssia guiada (ROG), basada en els principis de regeneració tissular descrits per Nyman et al. (3), adquireix un paper important en la pràctica clínica diària degut a la necessitat d'obtenir el volum ossi requerit en tractaments implantològics en maxil·lars atrofics o en petits defectes ossis (4,5).

L'èxit de la ROG es veu altament influenciada per 4 principis bàsics: I) tancament del penjoll per primera intenció i lliure de tensió, II) angiogènesis, III) creació i/o manteniment de l'espai necessari per permetre el creixement ossi, i IV) estabilitat dels diferents components de la ferida (sutura, penjoll, membrana, material de regeneració i/o implant) (6). En cas de no complir-se els preceptes prèviament esmentats, poden ocórrer diferents complicacions, essent la dehiscència de la ferida quirúrgica una de les més habituals (6.95% - 13.1%). La precitada adversitat, generalment conseqüència de no assolir un tancament per primera intenció i lliure de tensió (7,8), es veu alhora supeditada pel disseny del penjoll així com pel material i tècnica de sutura emprada (9). En qualsevol cas, l'esquinçament de la ferida quirúrgica comportarà l'exposició i posterior colonització bacteriana de la membrana i/o de l'implant, provocant en el millor dels casos una disminució en la quantitat i qualitat del teixit dur neoformat o una major pèrdua òssia marginal, respectivament (8,10,11).

Com s'ha mencionat anteriorment, el disseny del penjoll és un factor clau per assolir un tancament per primera intenció i lliure de tensió, condició especialment dificultada en aquells casos on es requereix un augment del volum ossi. En aquest sentit, s'han proposat diverses tècniques per aconseguir tal objectiu, com poden ser: l'abordatge vestibular (12), el penjoll d'avançament palatí (13), l'abordatge *split-flap* (14) o el penjoll palatí rotat (15). No obstant, la majoria d'elles són altament tècnic sensibles i presenten limitacions anatòmiques (5). En contraposició a aquest fet, el clàssic disseny trapezoïdal amb dues incisions verticals en conjunció amb la secció del periosti (maniobra de Rehrmann), té l'avantatge de ser predictable i fàcilment assolible per a la majoria de clínics experimentats (16).

Greenstein et al. (8) van elaborar una classificació per ajudar a decidir quin tipus de penjoll és el més escaient en funció de l'avançament que es requereix: 1) Penjoll triangular o trapezoïdal amb secció periòstica si es requereix d'un avançament petit (<3 mm), 2) Penjoll trapezoïdal amb maniobra de Rehrmann amb major desinserció apical del pedicle si l'avançament que es requereix és moderat (3 - 6 mm), i 3) Penjoll trapezoïdal d'espessor total fins a la línia mucogingival seguit d'espessor parcial a partir d'aquesta (17) o múltiples incisions al periosti i al teixit connectiu subjacent si es requereix d'un important avançament (≥ 7 mm). Els autors, però, consideren que el millor disseny serà aquell amb menor requeriment d'habilitat tècnica que permeti el tancament per primera intenció i lliure de tensió, fet que s'associarà a una menor morbiditat.

Per contra, la realització de descàrregues verticals, incisions al periosti i/o al teixit connectiu subjacent pot comprometre la integritat del penjoll i suport sanguini del penjoll i, per extensió, de la zona que es pretén regenerar. A més, a major trauma del teixit tou, major serà la inflamació postoperatòria i més lenta la cicatrització (18). Clarament, per entendre la resposta fisiològica d'aquests teixits davant del trauma cal tenir en compte l'anatomia i la fisiologia d'aquests. En aquest sentit, el patró vascular de la mucosa vestibular cursa en sentit posteroanterior, seguint un recorregut paral·lel a la línia medial de la cresta alveolar. Curiosament, en aquesta línia no es troben anastomosis entre la geniva vestibular i lingual/palatina (zona òptima per realitzar la incisió crestal). D'aquesta forma, són múltiples els autors que postulen que en cas de requerir-se d'una descàrrega pel tancament del penjoll (penjoll triangular), cal que aquesta es localitzi en l'extrem anterior i a una inclinació de 15° - 30° a fi de comprometre l'angiogènesi en la menor mesura possible (19).

Park et al. (5) estudiaren de forma *in-vivo* l'extensió que assoleix un penjoll trapezoïdal amb maniobra de Rehrmann, i la influència que tenen les descàrregues i la incisió al periosti en l'extensió del penjoll. Els resultats van posar de manifest que la clau per obtenir una extensió notablement major és la incisió al periosti, posant en dubte la necessitat de la incisió vertical posterior. No obstant, no es disposa d'evidència científica en relació a l'efecte de la secció periòstica segons el tipus de disseny del penjoll (incisió crestal, triangular o trapezoïdal).

JUSTIFICACIÓ I OBJECTIUS

L'evidència científica disponible en relació a la determinació del millor procediment quirúrgic per realitzar un penjoll, aplicable a qualsevol clínic amb certa experiència i que compleixi els principis bàsics de la regeneració òssia guiada de maxil·lars, és escassa i insuficient.

Objectiu principal

Avaluar i comparar el paper que juga la maniobra de Rehrmann en l'extensió vertical obtinguda en 3 dissenys de penjolls: incisió crestal, penjoll triangular i trapezoïdal.

Objectius secundari

- Comparar l'extensió entre els 3 dissenys.
- En relació cost/benefici, valorar el disseny més adequat per a la regeneració òssia guiada, segons dicten els requisits dels principis bàsics d'aquest tractament.

MATERIAL I MÈTODES

Disseny

S'adoptà un disseny d'estudi *in-vitro*, aleatoritzat i a boca partida en mandíbules de porc. S'avaluà la influència de la secció periòstica (maniobra de Rehrmann) mitjançant el disseny a boca partida (mateixa mandíbula, hemiarcada diferent); mentre que la influència del tipus de penjoll (incisió crestal; penjoll triangular; penjoll trapezoïdal) es varen analitzar amb un disseny d'estudi de grups paral·lels (mandíbules diferents).

Càlcul de la mida de la mostra

A partir de la literatura científica disponible, es va considerar clínicament significativa una diferència d'extensió entre la incisió crestal sense secció periòstica i el penjoll trapezoïdal amb maniobra de Rehrmann de 6.0 mm (desviació estàndar = 3.0 mm). Es realitzà un càlcul de la mostra amb el software Stata 14 (StataCorp[®], College Station, EEUU) amb un valor alfa de 0.05 i una potencia estadística del 80%. La mostra obtinguda fou de:

- 4 mandíbules incisió crestal (4 hemiarquades test i 4 hemiarquades control).

- 4 mandíbules penjoll triangular (4 hemiaracades test i 4 hemiaracades control).
- 4 mandíbules penjoll trapezoïdal (4 hemiaracades test i 4 hemiaracades control).

Estudi de la mostra

Un total de 12 mandíbules (N = 24 hemiaracades) de porc, de entre 8 i 9 mesos d'edat, s'utilitzaren per portar a terme el present estudi. Aquestes es varen dividir en 3 grups de 4 mandíbules (8 hemiaracades) de forma aleatòria segons el disseny de penjoll adjudicat: 1) incisió crestal, 2) triangular o 3) trapezoïdal. Com s'ha mencionat anteriorment, cada mandíbula es va subdividir, de forma aleatòria, en el cantó test (secció periòstica/maniobra de Rehrmann) i el control (periosti intacte), conformant així 6 subgrups de 4 hemiaracades.

El procés *in-vitro* es va portar a terme en dos dies diferents sota les mateixes condicions ambientals (laboratoris del departament d'Odontostomatologia de la Facultat de Medicina i Ciències de la Salut de la Universitat de Barcelona, Barcelona, Espanya). Totes mandíbules es varen conservar des del mateix dia *postmortem* fins a 12 hores abans del procés *in-vitro* respectivament sota crioconservació (-16 °C). Seguidament es varen dipositar a una nevera (4 °C) fins aproximadament dues hores abans de la sessió pràctica respectivament.

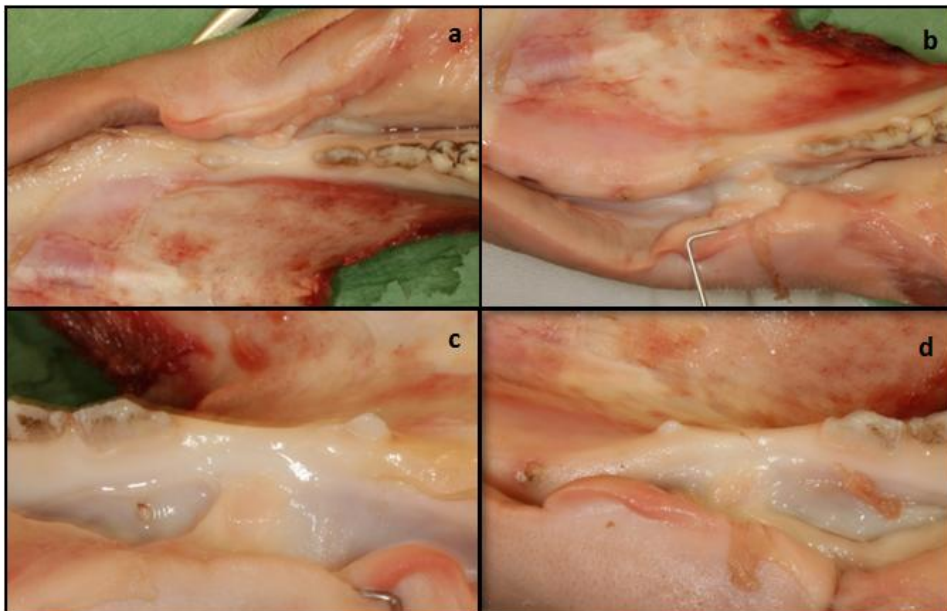


Figura 1: Exampar de la mostra de mandíbules. Es pot observar el tram edèntul per mesial del sector posterior on es realitzaren els penjolls. Totes les mandíbules prestaven el mateix tram. **a)** Vista oclusal hemiarcada dreta; **i b)** hemiarcada esquerra. **c)** Vista vestibular hemiarcada dreta; **i d)** hemiarcada esquerra.

Criteris d'inclusió i exclusió (Figura 1)

Els criteris d'inclusió estipulats prèviament foren:

- Mandíbules de porc amb geniva i fons de vestíbul intactes.
- Presència d'un tram edèntul entre el sector posterior i l'anterior de ≥ 17 mm.
- Conservar ≥ 2 mm de geniva queratinitzada en el tram edèntul.
- Conservar \geq vuit mm de la mucosa lliure en el tram edèntul.

Els criteris d'exclusió foren:

- Hemiarcada completament edèntula
- Absència o defecte de geniva queratinitzada.
- > 1 dia *postmortem*.

Aleatorització

Cada mandíbula es va assignar a un grup, de forma aleatòria simple en parts iguals, per mitjà d'un sistema d'aleatorització a través del software Stata14 (StataCorp[®], College Station, EEUU). L'assignació es dugué a terme mitjançant un etiquetatge de mandíbules per ordre numèric del 1 al 12, els quals es van introduir en el sistema d'aleatorització amb una proporció 1:1:1. A continuació, i de forma similar, es va assignar a cada mandíbula una hemiarcada test (maniobra de Rehrmann) i una hemiarcada control (periosti intacte) amb una proporció 1:1.

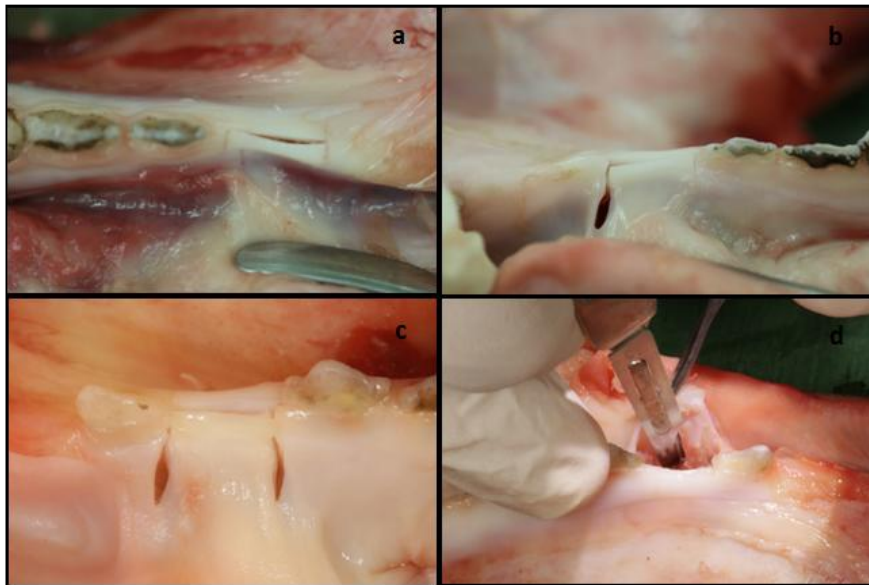


Figura 2: Imatge clínica de les incisions i dissenys dels penjolls. **a)** Incisió crestal ("H"). **b)** Penjoll triangular. **c)** Penjoll trapezoïdal, **d)** Maniobra de Rehrmann (secció periòstica) en el penjoll trapezoïdal.

Protocol quirúrgic

Tots els procediments quirúrgics es van portar a terme per un sol operador (O.C.F.), amb experiència clínica i formació postgraduada en el camp de la Cirurgia Bucal, sota condicions estandarditzades. Amb objecte d'augmentar la validesa interna i disminuir el biaix intrapersonal, l'operador es va calibrar prèviament en dues fases per tal d'estandarditzar qualsevol variable que pogués influir en l'estudi: 1) fase teòrica juntament amb la resta d'investigadors, 2) fase pràctica en mandíbules de porc sota les mateixes condicions que s'havia dissenyat l'estudi.

Sota magnificació de 2.8x augments (Galilean HD; ExamVision ApS, Samsø, Dinamarca) i una adequada il·luminació de la zona de treball (Focus™ LED 6000K; ExamVision ApS, Samsø, Dinamarca), es va efectuar una incisió crestal (15 mm) amb una fulla de bisturí nº 15. Seguidament, es va mesurar l'alçada de la geniva queratinitzada i, a través de la incisió inicial, l'amplada d'aquesta per mitjà d'una sonda periodontal calibrada CP15. A continuació, es realitzaren dues incisions de 1.5 mm en els extrems de la primera i de forma perpendiculars i lingual a aquesta. Les incisions perpendiculars permeteren desinsertar lleugerament la geniva lingual a fi de poder col·locar posteriorment una fresa d'implants sense interferir en la tracció. En aquest punt, el procediment fou diferent per a cada grup:

- Grup 1, incisió crestal: es realitzaren dues incisions verticals i vestibulars de 1.5 mm de forma simètrica a les linguals esmentades anteriorment, conformant una "H" (Figura 2).
- Grup 2, penjoll triangular: es realitzà una descàrrega (incisió vertical) a l'extrem mesial del penjoll de 6 mm de longitud. Aquesta conformava un angle d'uns 15° respecte la perpendicular de la cresta alveolar. En l'extrem distal es realitzà la mateixa incisió de 1.5 mm que es descriu en el grup 1, procurant la igualtat de condicions (Figura 2).
- Grup 3, penjoll trapezoïdal: es realitzaren dues descàrregues, de 6 mm de longitud, en ambdós extrems del penjoll. Aquestes foren simètriques entre elles i amb el mateix angle que el grup 2 (Figura 2).

A continuació, es desinsertà el penjoll d'espessor total. De forma estandarditzada les descàrregues mesuraven 6 mm de longitud, per consegüent, el penjoll presentava una longitud inicial de 6 mm. D'igual forma, en el cas del penjoll d'incisió crestal es va desinsertar a una longitud apical de 6 mm.

A la hemiarcada test es dugué a terme la maniobra de Rehrmann (de no més d'un mm de profunditat), per sota de la línia mucogingival, seguint una trajectòria d'extrem distal a mesial en un sol traç (20) i utilitzant una nova fulla de bisturí nº 15 per a cada secció periòstica (21) (Figura 2).



Figura 3: Dinamòmetre (*Digitale Weegschaal 25 kg ± 10 grammes*, Sensas, França).

Finalment, al punt mig del penjoll (7.5 mm des de l'extrem mesial o distal) es passà un fil de sutura (Seda 3/0, Silkam, B. Braun, Rubí, Espanya) a 2 mm de la línia d'incisió per tal de traccionar el penjoll. Es dissenyà un sistema de politges, el qual permetia una tracció reproduïble i estable amb un contrapès de quatre peses (30 grams/pesa). El grau de tracció del sistema de politges es va calibrar prèviament mitjançant un dinamòmetre (*Digitale Weegschaal 25 kg ± 10 grammes*, Sensas, França), obtenint un valor de 110 grams (1.08 Newtons) (Figures 3 i 4).



Figura 4: a) Muntatge del sistema de politges amb la càmera de fotos estandarditzada (trípode). b) Tracció del penjoll, el qual s'alça envers un punt determinat de la fresa calibrada, permetent enregistrar-ne l'extensió mitjançant la fotografia.

Extracció de dades

Amb l'objectiu de mesurar el increment de l'extensió del penjoll de forma precisa i estandarditzada, al punt mig del procés alveolar exposat es va col·locar perpendicularment una fresa calibrada de 2 mm de diàmetre (*Drill with Tip Tapered* Ø2 8-16 TPR, Nobel Biocare, Danaher Corp.[®], EEUU) i es va fresar a una profunditat de 8 mm des de la superfície òssia crestal. La fresa s'utilitzà com a mètode de calibratge de les mesures posteriorment efectuades (Figures 4 i 5).

El penjoll traccionat es va fotografiar mitjançant una càmera fotogràfica (Nikon D5100) amb objectiu macro (AF-S Micro, 85 mm, 1:35 G, Nikon, Nikon Corp.[®], Japó), permetent determinar amb gran exactitud l'extensió assolida respecte la fresa (Figura 4). Considerant que les mesures es determinaren mitjançant aquestes, s'utilitzà un trípode a fi d'estandarditzar les fotografies i eliminar el possible biaix provocat per el canvi d'angulació de la càmera (Figura 4).

Pel que fa a les mesures, es determinaren a través d'un programa informàtic (*ImageJ 1.51k*, Wayne Rasband, National Institutes of Health, USA) i van ser efectuades per un segon investigador (B.T.G.). Un cop calibrada cada imatge a partir d'una mesura de

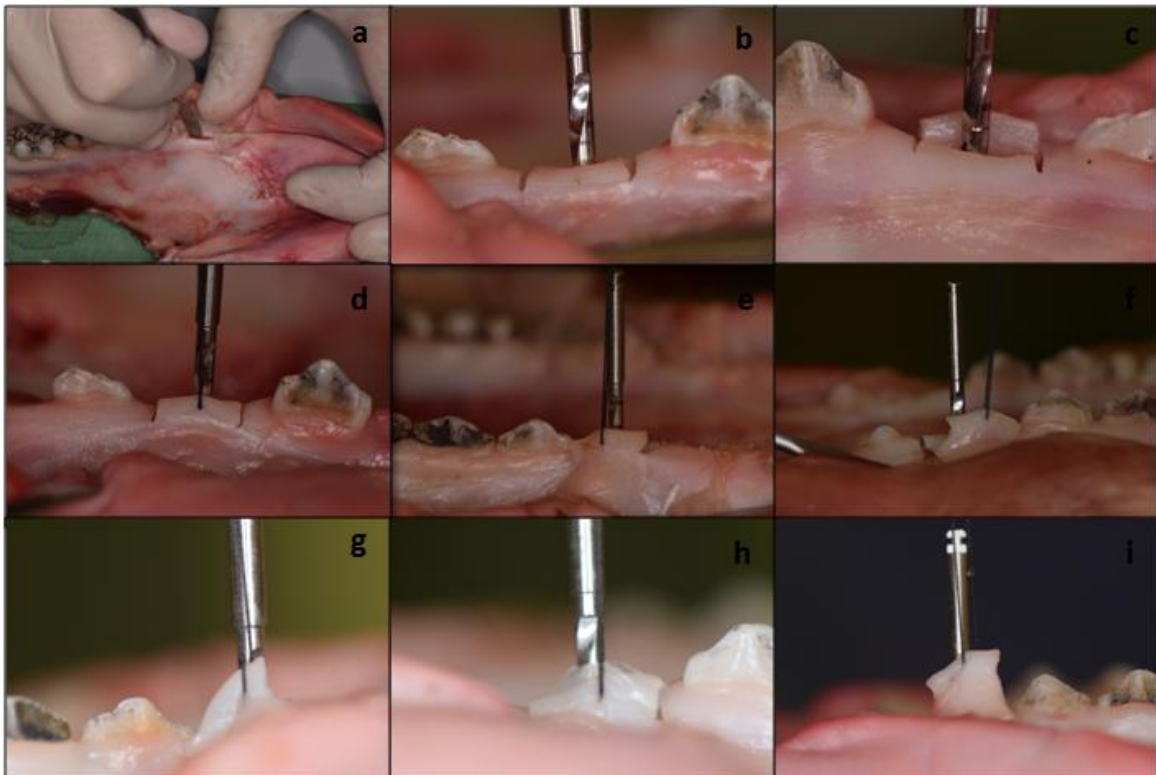


Figura 5: Imatge clínica del protocol quirúrgic i el registre de les extensions. **a)** Desinserció. **b)** Incisió crestal ("H") sense tracció. **c)** Vista lingual de la incisió crestal i en tracció. **d)** Incisió crestal sense Rehrmann, **e)** incisió crestal amb Rehrmann, **f)** penjoll triangular sense Rehrmann, **g)** penjoll triangular amb Rehrmann, **h)** penjoll trapezoïdal sense Rehrmann, **i)** penjoll trapezoïdal amb Rehrmann.

referència prèviament coneguda (marques de la fresa) es va calcular l'extensió amb una precisió de 0.001 mm (marge d'error de ± 0.02 mm).

S'utilitzaren dues variables diferents per l'extensió dels penjolls (extensió de l'extrem mesial i de l'extrem distal), degut a que el penjoll triangular presentava un moviment de rotació amb notable major extensió en l'extrem mesial (presenta descàrrega) (Figura 5). D'aquestes dues variables se'n va calcular la mitjana. Degut a que s'utilitzà l'estudi de Park et al. (5) com a precedent pels paràmetres del càlcul mostral, d'igual manera que aquest, es varen analitzar els resultats segons les extensions i no el guany final del penjoll (longitud del penjoll des de la superfície gingival).

Anàlisi estadístic

L'anàlisi estadístic es dugué a terme per mitjà del software Stata 14 (StataCorp[®], College Station, EEUU).

La normalitat de les variables quantitatives contínues es va comprovar mitjançant la prova de Shapiro-Wilk ($p > 0.10$) i l'anàlisi visual dels gràfics P-P normal i dels diagrames de caixa. Atès que s'acompliren les condicions d'aplicació corresponents per cada estadístic, es va efectuar un anàlisi descriptiu basat en moments -mitjana i desviació estàndard- i bivariable amb proves paramètriques -t-Student per dades aparellades; anàlisi de la variància (ANOVA) d'un factor de dades independents amb correcció de Bonferroni per a comparacions múltiples-. En cas de no haver-se acomplert les condicions d'aplicació, s'hagués dut a terme un anàlisi descriptiu basat en ordenacions (mediana i rang interquartílic) i bivariable amb proves no paramètriques – prova W de Wilcoxon; prova H de Kruskal-Wallis amb correcció de Bonferroni per a comparacions múltiples-. En tots els casos, el nivell de significació requerit va ser de $p \leq 0.05$.

Es va valorar el grau d'acord i la consistència de les mesures fotogràfiques efectuades per l'avaluador encarregat de realitzar-les (B.T.G.) a través d'un coeficient de correlació intraclasse (ICC). Amb aquest, al cap d'una setmana d'haver realitzat les mesures, es seleccionaren a l'atzar 6 hemiarquades per repetir-les. El ICC va ser 0.994 (IC95%: 0.958 a 0.999; $p < 0.001$) i 0.993 (IC95%: 0.950 a 0.999); $p < 0.001$), indicant un excel·lent grau d'acord i consistència intra-examinador.

RESULTATS

Totes les mandíbules analitzades compliren els criteris d'inclusió, sense observar-se diferències anatòmiques entre elles.

Taula 1: Representació esquemàtica de mitjanes de les extensions dels sis subgrups

	Incisió crestal	Triangular	Trapezoidal	
No Rehrmann	4.26 (0.94)	5.06 (0.68)	6.08 (1.78)	5.14 (4.27 a 6.00) p = 0.165 [‡]
Rehrmann	4.84 (0.94)	6.24 (0.63)	11.02 (0.33)	7.37 (5.57 a 9.17) p < 0.001 ^{*‡}
	0.57 (0.37 a 0.77) p = 0.003 ^{*†}	1.18 (-0.05 a 2.41) p = 0.055 [†]	4.93 (1.87 a 7.99) p = 0.014 ^{*†}	

Es presenten mitjanes i marge de confiança del 95%

† ANOVA d'un factor de mostres independents.

‡ T-student dades aparellades.

* Estadísticament significatiu (n < 0.05).

Influència del disseny de la incisió en el grau d'extensió del penjoll

Les files de la Taula 1 recullen els resultats de comparar l'extensió del penjoll segons el disseny del penjoll. Les troballes manifestaren que quan no es va realitzar maniobra de Rehrmann la mitjana de l'extensió del penjoll fou de 5.14 mm (IC95%: 4.27 a 6.00 mm), sense observar-se diferències significatives entre els tres subgrups (p = 0.165). Contràriament, quan es seccionà el periosti la mitjana de l'extensió del penjoll fou de 7.37 mm (IC95%: 5.57 a 9.17 mm), observant-se diferències significatives entre els subgrups (p < 0.001). La representació gràfica dels resultats es pot consultar a la Figura 6.

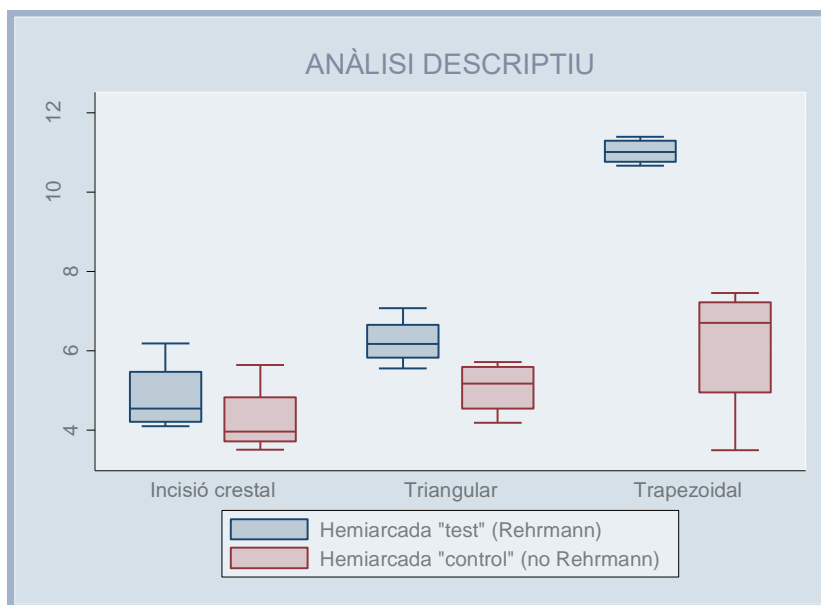


Figura 6: Gràfica descriptiva dels resultats dels 6 subgrups mitjançant un diagrama de caixes. S'analitzà segons l'extensió (mm) (Y) que va assolir cada subgrup (X).

Adicionalment, es va realitzar un anàlisi de la tendència del grau d'extensió del penjoll a mesura que s'augmentaven les incisions efectuades. Quan no es practicava la maniobra de Rehrmann, la figura 7 suggereix una tendència creixent, tot i que l'anàlisi estadístic no va revelar que aquesta fos significativa ($F = 4.41$; $p = 0.065$). En canvi, quan es va seccionar el periosti s'observa una tendència lineal significativa entre la incisió crestal i el penjoll triangular ($F = 166.04$; $p < 0.001$) i quadràtica al passar a un penjoll trapezoïdal ($F = 16.46$; $p = 0.003$) (Figura 7).

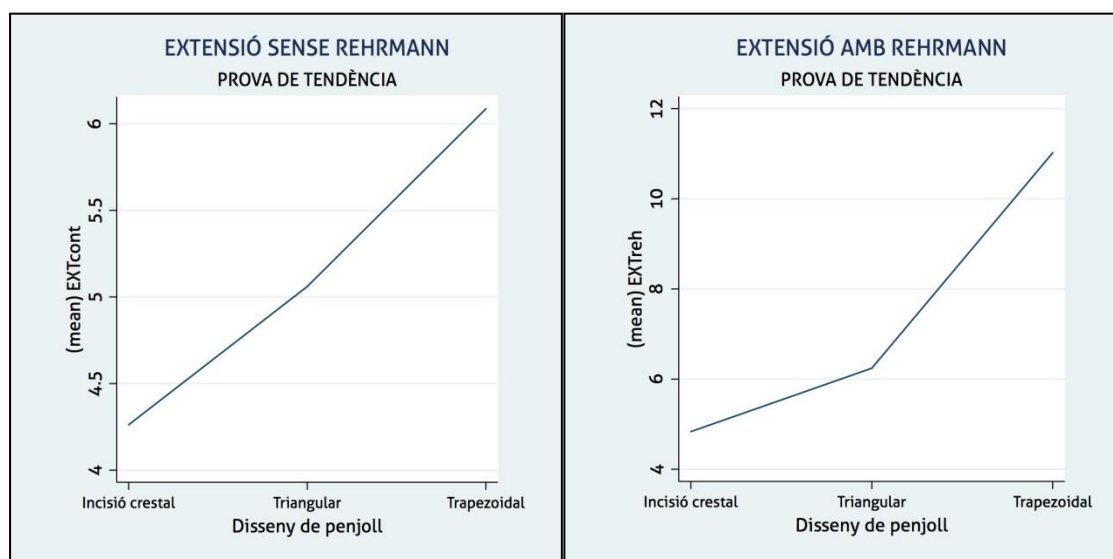


Figura 7: Prova gràfica de tendència dels tres subgrups control (sense maniobra de Rehrmann) i dels tres test (amb maniobra de Rehrmann) en relació a l'extensió assolida (mm).

Influència de la maniobra de Rehrmann en el grau d'extensió del penjoll

Les columnes de la Taula 1 mostren l'efecte de la maniobra de Rehrmann sobre el grau d'extensió del penjoll segons el disseny d'aquest. Al seccionar el periosti, es va observar un increment estadísticament significatiu per la incisió crestal (0.57 mm; IC95%: 0.37 a 0.77 mm; $p = 0.003$) i del penjoll trapezoïdal (4.93 mm; IC95%: 1.87 a 7.99 mm; $p = 0.014$). La representació gràfica dels resultats es pot consultar a la Figura 6.

Comparacions múltiples

En darrer terme, es van efectuar totes les comparacions possibles entre els 6 subgrups d'estudi (Taulas 2 i 3). L'anàlisi dels resultats posà de manifest que l'increment absolut i relatiu del penjoll trapezoïdal amb secció periòstica fou significativament major en comparació a qualsevol dels altres subgrups analitzats. De forma similar, també s'observà un increment significatiu entre la incisió crestal amb i sense secció periòstica. A tall d'exemple, el penjoll trapezoïdal amb maniobra de Rehrmann, en comparació amb la incisió crestal sense secció periòstica, s'estén 6.76 mm (158.58%) més (IC95%: 4.47 (77.53%) a 9.05 (327.47%) mm; $p < 0.001$).

Taula 2: Taula de comparacions múltiples en nombres absoluts

	Crestal sense Rehrmann	Crestal amb Rehrmann	Triangular sense Rehrmann	Triangular amb Rehrmann	Trapezoidal sense Rehrmann	Trapezoidal amb Rehrmann
Crestal sense Rehrmann						
Crestal amb Rehrmann	0.57 mm (0.27 a 0.88 mm) p = 0.008*†					
Triangular sense Rehrmann	0.80 mm (-1.49 a 3.09 mm) p = 0.977‡	0.22 mm (-2.07 a 2.52 mm) p = 1.000‡				
Triangular amb Rehrmann	1.98 mm (-0.31 a 4.27 mm) p = 0.127‡	1.41 mm (-0.89 a 3.70 mm) p = 0.526‡	1.18 mm (-0.68 a 3.05 mm) p = 0.157†			
Trapezoidal sense Rehrmann	1.82 mm (-0.47 a 4.12 mm) p = 0.197‡	1.25 mm (-1.04 a 3.54 mm) p = 0.684‡	1.03 mm (-1.27 a 3.32 mm) p = 0.878‡	-0.16 mm (-2.45 a 2.14 mm) p = 1.000‡		
Trapezoidal amb Rehrmann	6.76 mm (4.47 a 9.05 mm) p < 0.001*‡	6.18 mm (3.89 a 8.48 mm) p < 0.001*‡	5.96 mm (3.67 a 8.25 mm) p < 0.001*‡	4.78 mm (2.49 a 7.07 mm) p < 0.001*‡	4.93 mm (0.30 a 9.57 mm) p = 0.042*†	

Es realitzaren 15 comparacions entre els sis subgrups, obtenint la diferència d'extensió (mm). Marge de confiança del 95% i nivell de significació p < 0.05.

† = t de Student per dades aparallades.

‡ = ANOVA d'un factor per dades independents.

* = Estadísticament significatiu.

Taula 3: Taula de comparacions múltiples en nombres relatius

	Crestal sense Rehrmann	Crestal amb Rehrmann	Triangular sense Rehrmann	Triangular amb Rehrmann	Trapezoidal sense Rehrmann	Trapezoidal amb Rehrmann
Crestal sense Rehrmann						
Crestal amb Rehrmann	13.47 % (4.67 a 31.79 %) p = 0.008*†					
Triangular sense Rehrmann	18.73 % (-25.94 a 111.85 %) p = 0.977‡	4.64 % (-32.70 a 75.23 %) p = 1.000‡				
Triangular amb Rehrmann	46.46 % (-5.44 a 154.59 %) p = 0.127‡	29.07 % (-14.02 a 110.54 %) p = 0.526‡	23.35 % (-11.14 a 76.62 %) p = 0.157†			
Trapezoidal sense Rehrmann	42.80 % (-8.14 a 148.96 %) p = 0.197‡	25.85 % (-16.49 a 105.89 %) p = 0.684‡	20.27 % (-20.63 a 83.44 %) p = 0.684‡	-2.49 % (-33.80 a 40.80 %) p = 1.000‡		
Trapezoidal amb Rehrmann	158.58 % (77.53 a 327.47 %) p < 0.001*‡	127.89 % (61.52 a 253.34 %) p < 0.001*‡	117.78 % (59.70 a 207.49 %) p < 0.001*‡	76.56 % (34.31 a 134.99 %) p < 0.001*‡	81.08 % (3.34 a 294.38 %) p = 0.042*†	

Es realitzaren 15 comparacions entre els sis subgrups, obtenint la diferència d'extensió (percentatge). Marge de confiança del 95% i nivell de significació p < 0.05.

† = t de Student per dades aparellades.

‡ = ANOVA d'un factor per dades independents.

* = Estadísticament significatiu

DISCUSSIÓ

En el present estudi es posa de manifest que el disseny trapezoïdal amb maniobra de Rehrmann pot assolir una extensió de 158.58 % major que el disseny amb la menor extensió (incisió crestal sense maniobra de Rehrmann) (Taula 3). Els resultats prèviament esmentats segueixen la línia dels de Park et al. (5) (171.3%). Tot i així, convé ressaltar les diferències metodològiques entre els dos estudis, ja que en l'anterior comptabilitzaren la base del penjoll com a extrem inferior de mesura de l'extensió, mentre que en el present estudi es mesurà la distància des de la superfície òssia. Segurament, fou per aquest motiu que assoliren millors resultats per el penjoll triangular i trapezoïdal sense Rehrmann (113.4% i 124% respectivament) que en el nostre (18.73% i 42.80% respectivament de manera estadísticament no significativa). Resulta plausible pensar que l'anterior qüestió es pugui veure explicada per la diferència de forces de tracció, ja que la realització de la maniobra de Rehrmann augmenta notablement la sensibilitat al canvi de magnituds de les traccions efectuades. Possiblement, l'explicació a aquest esdeveniment es trobi en el camp de la histologia. Està descrit que l'amplada del periosti és de 0.375 mm, bàsicament compost de teixit fibrós amb estructures nervioses i vasculars. De forma similar, la geniva queratinitzada presenta escassa presència de fibres elàstiques, a diferència del teixit submucós de la geniva lliure (6,8). Sent així, i en base als resultats obtinguts, la secció del periosti és clau per assolir el tancament del penjoll a mínima tensió en tractaments de regeneració òssia guiada.

Tot i que alguns autors com Kleinheinz et al. (19) han qüestionat l'eficàcia de la descàrrega posterior, els resultats del present estudi en destaquen la seva necessitat, unida a la secció del periosti, quan es requereixi d'una extensió petita o moderada (3 - 6 mm) segons la classificació de Greenstein et al. (8) (Taula 3). En qualsevol cas, cal puntualitzar que per tal de no comprometre la integritat del suport sanguini del penjoll així com de la zona a regenerar, la maniobra de Rehrmann no ha de profunditzar més d'un mm (evitant en la mesura de lo possible accedir al teixit connectiu) (5).

Altrament, cal destacar que resultà pràcticament inexistent la diferència entre el penjoll trapezoïdal sense maniobra de Rehrmann i el triangular amb secció periòstica (Taula 3). Tenint en compte les observacions vasculars de Kleinheinz et al. (19), davant de la necessitat d'un penjoll amb mínima extensió assolible per mitjà d'un disseny trapezoïdal sense incisió al periosti, serà favorable substituir-lo per un triangular amb

descàrrega anterior i maniobra de Rehrmann. Certament, cal destacar que els resultats processats del penjoll triangular provenien de la mitjana entre l'extrem anterior i posterior d'aquest. Així doncs, cal remarcar que l'extrem anterior (amb descàrrega) assolía una major extensió (similar a la del penjoll trapezoïdal), descrivint un moviment de rotació. Tanmateix, caldrà valorar les condicions i necessitats de cada cas per escollir el disseny més adequat (21).

Un altre punt a destacar del procés quirúrgic fou que el disseny d'incisió crestal amb maniobra de Rehrmann no permetia una gran extensió en sentit vertical, però sí en el horitzontal. Actualment, a la literatura científica es troben alternatives semblants que poden resultar favorables per a la regeneració òssia guiada horitzontal (22).

Tal com s'ha esmentat prèviament, a la literatura científica es destaca la importància d'assolir un tancament per primera intenció (7,8). Burkhardt et al. (7) obtingueren el 100% de tancaments per primera intenció sense presència de complicacions (dehiscències o necrosis) quan la tensió del penjoll, un cop efectuada la sutura, era < 10 grams (0.1 N). Recentment, s'han publicat diferents estudis que plantegen vies alternatives a l'efecte de disminuir la tensió de la sutura (9,23). González et al. (9) postulen que el disseny de sutura, el material i el diàmetre del fil utilitzats són variables que influeixen en la resistència a la tensió de la sutura. Els autors postulen que la combinació de punts simples i en matalasser horitzontal, el Politetrafluoretilè expandit (PTFE-e) i el fil de 4-0 de diàmetre respectivament presenten major resistència a la tensió, promovent la prevenció de la dehiscència de la ferida quirúrgica. Per la seva part, Stavola i Tunkel (24) suggereixen que l'ús d'una primera línia de sutura interna del penjoll, ubicada a nivell de la línia mucogingival, provoca una reducció de 28.5 grams (IC95%: -48 a -16 grams, $p < 0.001$) de la tensió d'una segona sutura, localitzada en els extrems marginals de la incisió. Cal destacar que en tots els casos obtingueren una tensió de la segona sutura < 10 grams (mitjana = 4.1 ± 1.5 grams).

L'exposició accidental de la membrana pot arribar a ocasionar fins a 5-6 vegades menys formació òssia en tractaments de regeneració òssia guiada (25). Fins el moment, no existeix una evidència clara dels factors de risc d'aquesta complicació. Fontana et al. (26) postulen que els principals factors de risc de la dehiscència són: 1) trauma del penjoll durant la cirurgia, 2) sutura sota tensió, 3) biotip gingival prim i 4) habilitats quirúrgiques del clínic inexpert. De forma similar, Chao et al. (27) identificaren 7

principals factors de risc: 1) gruix de la geniva queratinitzada, 2) amplada del penjoll, 3) tensió del penjoll, 4) profunditat vestibular, 5) tipus, 6) mida del defectes ossi i 7) materials utilitzats. En qualsevol cas, tots els autors coincideixen en dos factors: gruix de la geniva queratinitzada o biotip gingival (factor no controlable) i tensió de la sutura (factor controlable). En conseqüència, sembla fonamental destacar la importància d'aquest últim factor per tal de minimitzar el risc de dehiscència.

D'altra banda, també s'han descrit tècniques quirúrgiques més complexes però igualment vàlides per tal d'obtenir un tancament per primera intenció i lliure de tensió, tals com l'ús d'un empelt de la bola de Bichat (28), els penjolls mucomusculars del buccinador (29) o l'ús d'expansors de teixit tou subperiòstics previs al tractament quirúrgic regeneratiu (30). No obstant, l'objectiu del present estudi fou trobar la millor opció quirúrgica entre les opcions usualment emprades i de menor dificultat tècnica.

Limitacions

Es considera que per tal d'obtenir un tancament lliure de tensió al reposicionar el penjoll hauria de ser capaç de sobrepassar 3 - 5 mm la bora de la mucosa a la que s'ha de suturar (8). De manera paral·lela, Burkhardt et al. (7) observen que a major tensió de la sutura (> 0.1 N) augmenta la incidència de dehiscències de forma notablement significativa (del 10% passa a $\geq 40\%$). Tenint en compte que 0.1 N equivalen a 10.2 grams i en base a l'anterior estudi, Park et al. (5) utilitzaren una força de 5 grams de tracció per observar l'extensió obtinguda, ja que es tractava d'un estudi *in-vivo*. En el present estudi, un estudi *in-vitro*, no es pretenia extrapolar directament els mm d'extensió aconseguits, atès que no serien resultats reals degut a les limitacions inherents a l'ús de teixits *postmortem*. Seguint aquesta lògica, es pretenia obtenir una comparació entre els diferents dissenys per obtenir una relació cost/benefici entre els diferents dissenys. Així mateix, es va decidir aplicar una tracció mínima en la que el penjoll es trobava en la seva màxima extensió. Tracció que es va determinar prèviament en el calibratge, 110 grams (Figura 3).

En darrer lloc, cal esmentar que el càlcul mostrat es prengué entre les dues comparacions més extremes (incisió crestal sense maniobra de Rehrmann i penjoll trapezoïdal amb secció periòstica). En conseqüència, existeix una manca de potència estadística per les comparacions entre la incisió crestal i el penjoll triangular, així com entre el penjoll triangular amb o sense maniobra de Rehrmann. Aquestes descriuen una

tendència, però amb diferències estadísticament no significatives. Per tal d'assegurar la significació de les comparacions prèviament esmentades, caldria un estudi amb una major mida mostral.

CONCLUSIONS

- **Objectiu principal:**
 - Davant del requeriment d'augmentar l'extensió del penjoll en tractaments de regeneració òssia guiada, l'ús de la maniobra de Rehrmann permetrà obtenir un tancament per primera intenció a baixa tensió.
- **Objectius secundaris:**
 1. El disseny trapezoïdal associat a la secció del periosti presenta resultats significativament millors que la resta de dissenys avaluats (amb o sense maniobra de Rehrmann), disminuint així el risc de dehiscència de la ferida quirúrgica.
 2. No obstant, són necessaris més estudis per tal de valorar-ne el seu cost/benefici, ja que l'esmentat disseny pot associar-se a una major morbiditat postoperatòria i/o a una compromesa aportació sanguínia.

CONCLUSIONS

- **Main aim:**
 - *In terms of flap extension on guided bone regeneration treatments, Rehrmann's technique allows to achieve a tension-free primary wound closure.*
- **Secondary aims:**
 1. *Periosteal-releasing incision for trapezoidal flap undergo in significantly better results than the rest of evaluated flap designs (with or without Rehrmann's technique), leading to lower risk of wound dehiscence.*
 2. *Nevertheless, more studies are necessary to evaluate this flap in terms of cost/benefit analysis, owing to the fact that it might lead to postoperative morbidity and/or vascular compromise associated.*

BIBLIOGRAFIA

1. Branemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindstrom J, Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1969;3:81–100.
2. Albrektsson T, Donos N. Implant survival and complications. The Third EAO consensus conference 2012. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23:63–5.
3. Nyman S, Lang NP, Buser D, Bragger U. Bone regeneration adjacent to titanium dental implants using guided tissue regeneration: a report of two cases. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1990;5:9–14.
4. Zitzmann NU, Scharer P, Marinello CP. Long-term results of implants treated with guided bone regeneration: a 5-year prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2001;16:355–66.
5. Park J-C, Kim C-S, Choi S-H, Cho K-S, Chai J-K, Jung U-W. Flap extension attained by vertical and periosteal-releasing incisions: a prospective cohort study. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23:993–8.
6. Wang H-L, Boyapati L. “PASS” principles for predictable bone regeneration. *Implant Dent.* 2006;15:8–17.
7. Burkhardt R, Lang NP. Role of flap tension in primary wound closure of mucoperiosteal flaps: a prospective cohort study. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21:50–4.
8. Greenstein G, Greenstein B, Cavallaro J, Elian N, Tarnow D. Flap advancement: practical techniques to attain tension-free primary closure. *J Periodontol.* 2009;80:4–15.
9. Gonzalez-Barnadas A, Camps-Font O, Espanya-Grifol D, Espana-Tost A, Figueiredo R, Valmaseda-Castellon E. An “in vitro” tensile strength study on suturing technique and material. *J Oral Implantol.* 2017. doi:10.1563/aaid-joi-D-16-00164. [Epub ahead of print].
10. Plonka AB, Sheridan RA, Wang H-L. Flap Designs for Flap Advancement During Implant Therapy: A Systematic Review. *Implant Dent.* 2017;26:145–52.
11. Van Assche N, Collaert B, Coucke W, Quirynen M. Correlation between early perforation of cover screws and marginal bone loss: a retrospective study. *J Clin Periodontol.* 2008;35:76–9.
12. Buser D, Dula K, Belser U, Hirt HP, Berthold H. Localized ridge augmentation using guided bone regeneration. 1. Surgical procedure in the maxilla. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1993;13:29–45.
13. Goldstein M, Boyan BD, Schwartz Z. The palatal advanced flap: a pedicle flap for primary coverage of immediately placed implants. *Clin Oral Implants Res.* 2002;13:644–50.
14. Langer B, Langer L. Overlapped flap: a surgical modification for implant fixture installation. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1990;10:208–15.
15. Penarrocha M, Garcia-Mira B, Martinez O. Localized vertical maxillary ridge preservation using bone cores and a rotated palatal flap. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2005;20:131–4.

16. Penarrocha M, Carrillo C, Boronat A, Marti E. Early loading of 642 Defcon implants: 1-year follow-up. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65:2317–20.
17. Cranin AN. Implant surgery: the management of soft tissues. *J Oral Implantol.* 2002;28:230–7.
18. Vlahovic Z, Markovic A, Golubovic M, Scepanovic M, Kalanovic M, Djinic A. Histopathological comparative analysis of peri-implant soft tissue response after dental implant placement with flap and flapless surgical technique. Experimental study in pigs. *Clin Oral Implants Res.* 2015;26:1309–14.
19. Kleinheinz J, Buchter A, Kruse-Losler B, Weingart D, Joos U. Incision design in implant dentistry based on vascularization of the mucosa. *Clin Oral Implants Res.* 2005;16:518–23.
20. Fugazzotto PA. Maintenance of soft tissue closure following guided bone regeneration: technical considerations and report of 723 cases. *J Periodontol.* 1999;70:1085–97.
21. Urban IA, Monje A, Nevins M, Nevins ML, Lozada JL, Wang H-L. Surgical Management of Significant Maxillary Anterior Vertical Ridge Defects. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2016;36:329–37.
22. Steigmann M, Salama M, Wang H-L. Periosteal pocket flap for horizontal bone regeneration: a case series. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2012;32:311–20.
23. Burkhardt R, Preiss A, Joss A, Lang NP. Influence of suture tension to the tearing characteristics of the soft tissues: an in vitro experiment. *Clin Oral Implants Res.* 2008;19:314–9.
24. De Stavola L, Tunkel J. The role played by a suspended external-internal suture in reducing marginal flap tension after bone reconstruction: a clinical prospective cohort study in the maxilla. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014;29:921–6.
25. Machtei EE. The effect of membrane exposure on the outcome of regenerative procedures in humans: a meta-analysis. *J Periodontol.* 2001;72:512–6.
26. Fontana F, Maschera E, Rocchietta I, Simion M. Clinical classification of complications in guided bone regeneration procedures by means of a nonresorbable membrane. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2011;31:265–73.
27. Chao Y-C, Chang P-C, Fu J-H, Wang H-L, Chan H-L. Surgical Site Assessment for Soft Tissue Management in Ridge Augmentation Procedures. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2015;35:75-83.
28. Kablan F, Laster Z. The use of free fat tissue transfer from the buccal fat pad to obtain and maintain primary closure and to improve soft tissue thickness at bone-augmented sites: technique presentation and report of case series. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014;29:220-31.
29. Kim Y-K, Yun P-Y. Use of a buccinator musculomucosal flap in implant surgery: a case report. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2012;32:699–703.
30. Abrahamsson P, Walivaara D-A, Isaksson S, Andersson G. Periosteal expansion before local bone reconstruction using a new technique for measuring soft tissue profile stability: a clinical study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2012;70:521-30.