

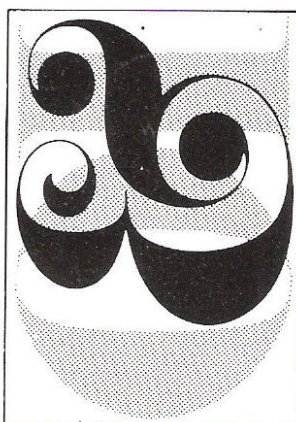
Redattori della Rubrica d'Implantologia:

Dott. F. Mangini
(Assistente Clinica Odontoiatrica
Università di Bari)

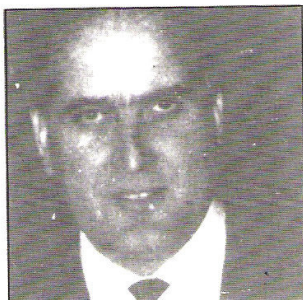
Dott. N. Marini
(Tesoriere ANIO)

Dott. P. Mondani
(Insegnante Clinica Odontoiatrica
Università di Modena)

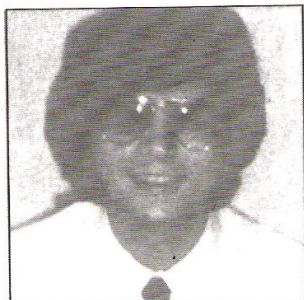
Un impianto alla volta: gli aghi di Mondani



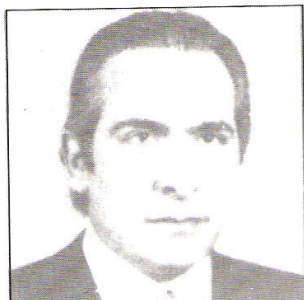
Estratto da: Odontostomatologia & Implantoprotesi - 7/86



Prof. P. Domenico Laforgia



Dott. Francesco Mangini



Dott. Nazario Marini



Dott. Pierluigi Mondani

Un impianto alla volta: gli aghi di Mondani

Redattori della Rubrica:

Dott. F. Mangini
(Assistente Clinica Odontoiatrica
Università di Bari)
Dott. N. Marini
(Tesoriere ANIO)
Dott. P. Mondani
(Insegnante Clinica Odontoiatrica
Università di Modena)

Associazione Nazionale Implantoprotesi Orale

Sotto la direzione scientifica del Prof.
P. Domenico Laforgia - Direttore della
Clinica Odontostomatologica dell'
Università di Bari e Presidente dell'
ANIO.

Presentazione

Presentiamo questa volta un'altra metodica implantologica. Il supporto implantare non sfrutta né una ritenzione laminare né tronco conica, come già visto in precedenza, ma una ritenzione assolutamente verticale, unita ad una peculiare disposizione tridimensionale che ripete quella dell'anatomia radicolare.

La metodica originale del Dr. Scialom ha trovato ampia applicazione ad opera del Collega Mondani di Genova, al quale, inoltre, va il merito di aver ideato e diffuso l'uso di apparecchiature speciali per le saldature endorali di vari metalli e leghe odontoiatriche.

Ecco quindi, nella descrizione originale del Dr. Piero Mondani, la presentazione di questo impianto.

Francesco Mangini

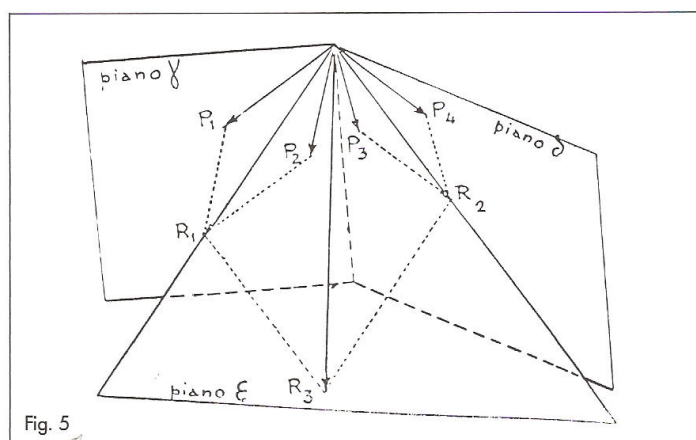
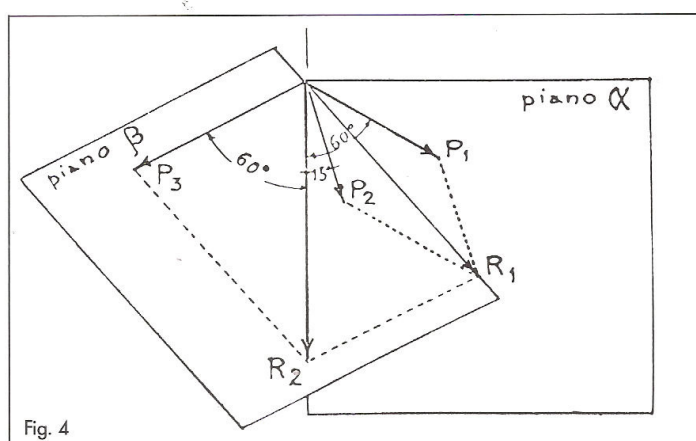
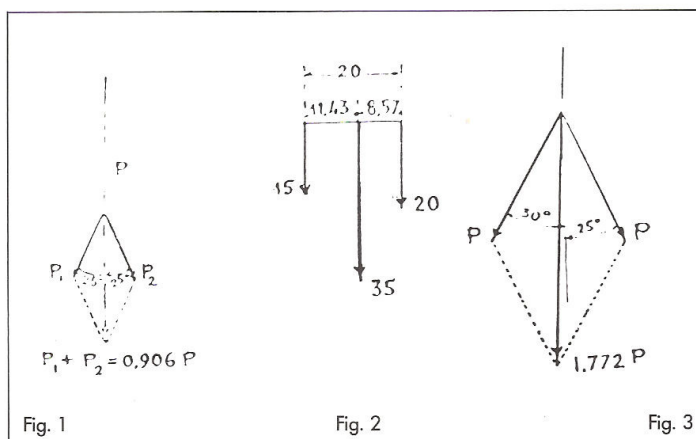
Breve compendio degli impianti "ad ago" o "a pilastro"

Da più di trenta anni la validità e la duttilità dell'impianto ad ago è un fatto acquisito. L'inventore, il dottor Scialom, francese, ebbe l'idea di conficcare delle asticcioline cilindriche di tantalio di 1,2 mm. di diametro, con una punta a lancia da un lato, di varie lunghezze, con un trapano a rotazione minima di 50, 100 giri al minuto nei mascellari. Le punte di queste asticcioline pene-

travano sino alla corticale, solidalizzandosi in essa, e formando insieme una figura geometrica: il tripode. Per la prima volta nella implantologia endossea, con l'avvento degli impianti, chiamati "ad aghi" dai francesi, si parlava di andare ad impattare la corticale, quale sede di elezione, quello che oggi, tutti gli impianti cercano di raggiungere.

Scialom li univa tra loro in coda con della resina autopolimerizzante creando una figura geometrica, allora statica, ma che dava comunque ottimi risultati. La prerogativa dell'impianto ad ago, sta nel poter mettere nell'osso la minima quantità di metallo, nella massima estensione.

L'impianto ad ago ebbe una grande diffusione nel 1968-73 ma fu mal interpretato, perché creduto di attuazione facile. Invero, e, tengo a precisarlo, è il più complesso e difficile degli impianti. Non si può impararlo in un corso di due o tre giorni, come avviene per vari impianti. Occorrono medici molto preparati in implantologia, in anatomia, in biologia, in biometallurgia, in fisica; capire la sua filosofia, la sua ingegneria, le sue regole dettate dalla Scienza delle Costruzioni. Occorrono specialisti che siano disposti a sacrificare molto tempo per imparare l'impianto che si adopera anche quando gli altri si fermano; che passa per zone ossee vietate agli altri impianti per differente morfologia; l'impianto che, nel caso di un insuccesso, viene rimosso e non lascia alcuna lesione ossea. È l'impianto che dà la possibilità di protesizzare il paziente appena effettuato l'intervento, di qualsiasi estensione esso sia. Non ha bisogno della rigenerazione ossea inquantoché è appoggiato alla corticale. Data una idea dell'impianto, cerchiamo di dare una visione di esso in poche pagine. La metodica di Scialom pur mantenendo in generale le sue regole, ha cambiato con me alcune conce-



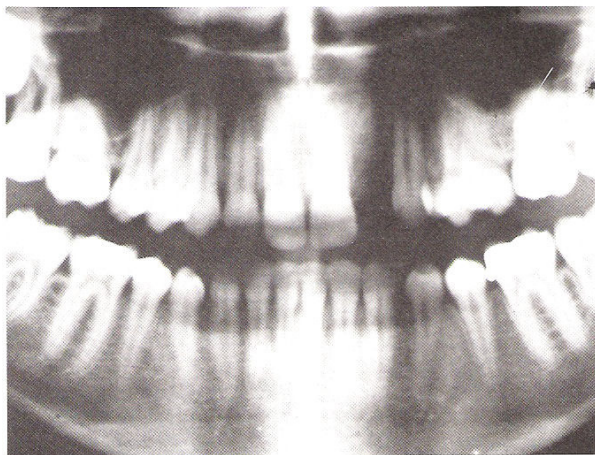


Fig. 6 - Rx che evidenzia la mancanza di un incisivo laterale sup.

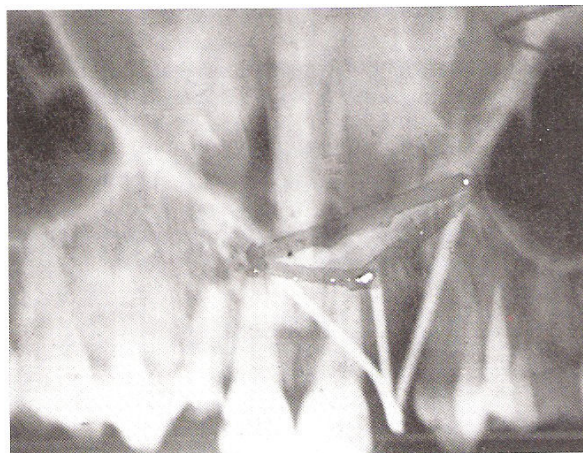


Fig. 7 - Impianto sup. S con l'evidenziazione del poligono di forza in rosso.

zioni; si è trasformata, rinnovata.

Per prima cosa, dato che l'implantologia moderna sceglie l'impianto a secondo della morfologia del mascellare, ho cambiato il materiale "tantalio" con "titanio". Indi 14 anni fa ho inventato la saldatrice per solidarizzare i vari aghi, aghi con viti, aghi con lame, a seconda delle metodiche. Infine il tripode, viene adoperato per i denti anteriori, e, nelle selle libere e totali ha ricevuto altri pilastri creando altre figure geometriche. Poi i vari aghi restano in situ e, solidarizzati con dei traversini di metallo (metodica personale) creando non solo un tutt'uno, ma una mesio struttura di una resistenza enorme.

La saldatrice di Mondani ora usata in vari stati, ha la proprietà di saldare i vari impianti tra loro in cavità orale, senza creare né surriscaldamento dei metalli, né scariche elettriche o lesioni muco ossee.

Perché l'impianto ad ago, vi domanderete, ha bisogno di creare una figura geometrica per scaricare nel suo poligono le forze acquisite durante la masticazione? Perché gli aghi sono infissi raramente verticali, ma sempre obliquamente onde creare delle divergenze?

Ci sembra opportuno ricordare alcuni principi fondamentali relativi

alla pressione semplice, alla scomposizione delle forze, all'azione di pressoflessione, per concludere con alcune importanti considerazioni pratiche che interessano gli impianti ago (da bollettino Odontoplastologico S.O.I.A. n. 8, 1969).

1) Un corpo solido in una determinata sezione è soggetto ad una sollecitazione di **pressione semplice** quando la risultante di tutte le forze considerate da una sola banda della sezione stessa è baricentrica rispetto alla sezione e ad essa normale.

Nel caso che P sia il tensore della forza risultante ed A sia la sezione resistente del solido si ha uno sforzo unitario

$$G = \frac{P}{A}$$

Se lo sforzo è di trazione il suo risultato è un allungamento che vale

$$\lambda = \frac{PL}{AE}$$

dove L è la lunghezza del solido ed E è il suo modulo di elasticità a compressione.

Per ogni materiale essendo nota e conoscendosi la lunghezza L si ricava, misurando l'allungamento λ

$$E = \frac{PL}{A\lambda}$$

che è il valore del modulo di elasticità longitudinale.

La formula precedente può anche scriversi

$$E = \frac{\lambda}{L} = \frac{P}{A}$$

e ponendo

$$\frac{\lambda}{L} = i$$

potremmo scrivere:

$$Ei = \frac{P}{A} = \delta$$

2) Se la direzione della forza forma un angolo α con l'asse baricentrico dell'ago non tutta la forza può trasmettersi sull'ago ma solo la sua proiezione nella direzione dell'asse dell'ago.

La forza P agisce sull'ago con un tensore $P_1 = P \cos \alpha$.

I valori $\cos \alpha$ sono dati dalle tabelle delle funzioni trigonometriche di cui riportiamo alcuni dati caratteristici arrotondati:

5°	10°	15°	20°
0,966	0,985	0,966	0,940
25°	30°	35°	40°
0,906	0,866	0,819	0,866
45°	50°		
0,707	0,500		

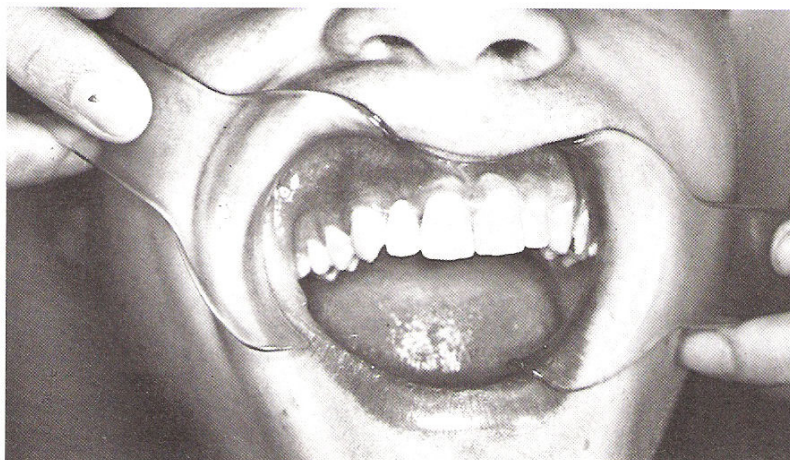


Fig. 8 - Caso con la protesi in situ.

A 45° quindi la forza agente si riduce al 70,7%.

3) Se si hanno *due aghi inclinati simmetrici* fra loro collegati in alto e nella ipotesi che la forza esterna agente P sia esercitata nella direzione della risultante ugualmente lungo i due aghi inclinati, ad esempio con $\alpha = 25^\circ$, ogni ago sopporta poco meno della metà di P e cioè 0,453 P (fig. 1).

Con due aghi simmetrici inclinati di 25° il P si riduce di circa il 10% essendo $P_1 + P_2 = 0,906 P$.

Se i due angoli fossero diversi naturalmente cambierebbero i valori di P_1 e P_2 ma la loro risultante deve essere sempre sulla linea della forza agente (fig. 3).

4) Talora si tratta di *scomporre su due aghi paralleli una forza agente superiormente*.

Ricordiamo il noto principio della meccanica: la risultante di due forze parallele dirette nello stesso senso è una forza parallela alle due forze componenti, agente nella medesima direzione con una intensità uguale alla somma delle due forze componenti ed ha il punto di applicazione situato sulla retta congiungente i due punti di applicazione delle forze date, in posizione tale, per il teorema dei momenti, da dividere la retta di appli-

cazione in due segmenti inversamente proporzionali alla intensità delle componenti stesse (fig. 2).

Ovviamente se le due forze sono uguali lo sforzo si ripartisce esattamente sui due aghi quando il punto di applicazione sia sulla congiungente delle loro teste ed equidistante da esse.

Evidentemente l'applicare due aghi obliqui o due aghi paralleli dipende dalle condizioni ossee dei mascellari del paziente.

5) Nella ipotesi di avere un ago libero soggetto a pressoflessione, il carico P normale alla sezione dell'ago che produce l'inflessione è dato dalla nota formula di Eulero:

$$P = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$$

dove E è il modulo di elasticità, I rappresenta il momento di inerzia rispetto all'asse di minore resistenza, L la lunghezza dell'ago.

Per una sezione circolare $I = 0,7854 r^4$; poiché gli aghi hanno un diametro costante di mm. 1, 2, per essi risulta $I = 0,1018$.

Con un ago non verticale naturalmente la P si riduce come si è detto e quindi la P di Eulero che determina l'inflessione si ridurrebbe. Tale ipotesi comunque non interessa in pratica la tecnica degli im-

pianti-ago.

6) Nel caso che l'ago non sia libero alle due estremità e possa considerarsi *incastrato in una* di esse, si dimostra che

$$P = \frac{2,045 M^2 EI}{L^2}$$

quindi si manifesta l'inflessione solo quando la forza agente è leggermente doppia di quella che agiva sull'ago libero. Anche tale ipotesi in pratica non ci interessa.

7) Si deve considerare invece il caso che l'ago sia *incastrato ai due estremi*, come avviene da una parte nella corticale o nel tessuto osseo più compatto e dall'altra nel moncone della sovrastruttura. Si dimostra che:

$$P = \frac{4 \pi^2 EI}{L^2}$$

cioè la forza agente dovrebbe essere quadrupla di quella che agiva sull'ago libero per ottenere la stessa inflessione. Nelle costruzioni di cemento armato, nella trave continua, si può prevedere che uno dei pilastri possa mancare all'appoggio e che i due contigui possano reggere il carico, a condizione che l'assieme sia tutto solidarizzato. Ecco perché raccomandiamo sempre la solidarizzazione dei monconi fra di loro.

8) Esaminiamo il caso in cui si siano infissi *due aghi obliqui* con inclinazioni diverse in un mascellare; possiamo fare la composizione delle due forze immaginando che agiscano nel piano. Spostandole nel punto d'incontro delle loro azioni è facile trovare la risultante come intensità e direzione. Equivarrebbe ad avere collocato un solo ago molto più resistente nella direzione della risultante, col vantaggio però che offre la divergenza degli aghi dentro l'osso, al fine della ritenzione alle forze di trazione.

In pratica si stabilisce a priori quale debba essere la direzione della risultante e si scompongono

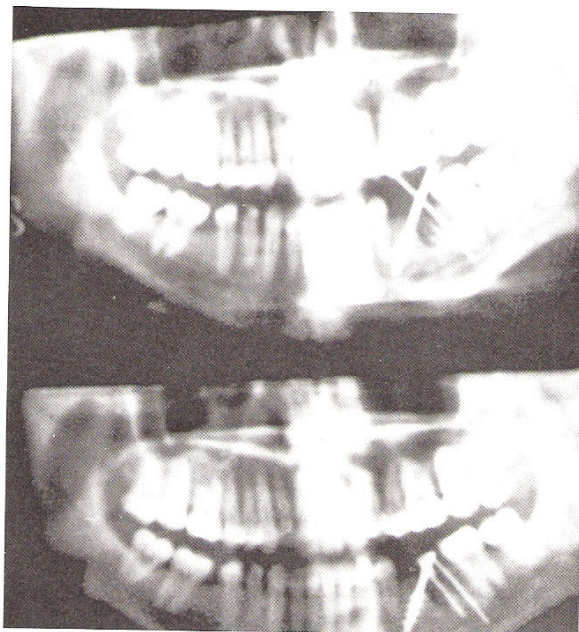


Fig. 9 - Impianto immediato di due denti inferiori con due aghi ed una vite saldati assieme.

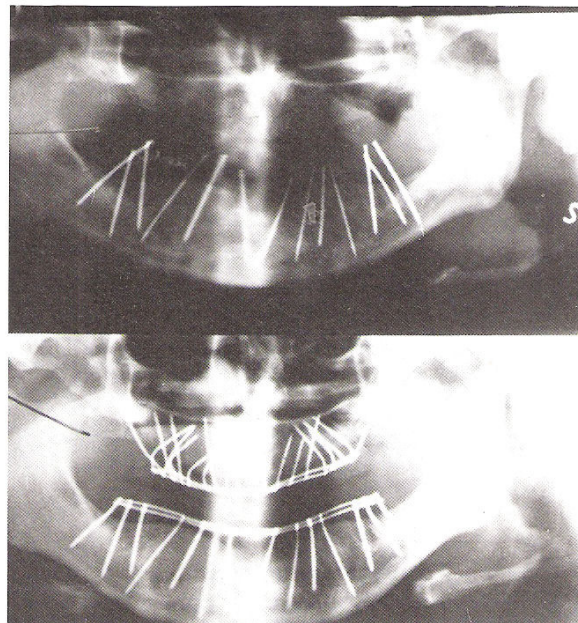


Fig. 11 - Rx, impianto inferiore totale, impianto sup. ed inferiore totali saldati.

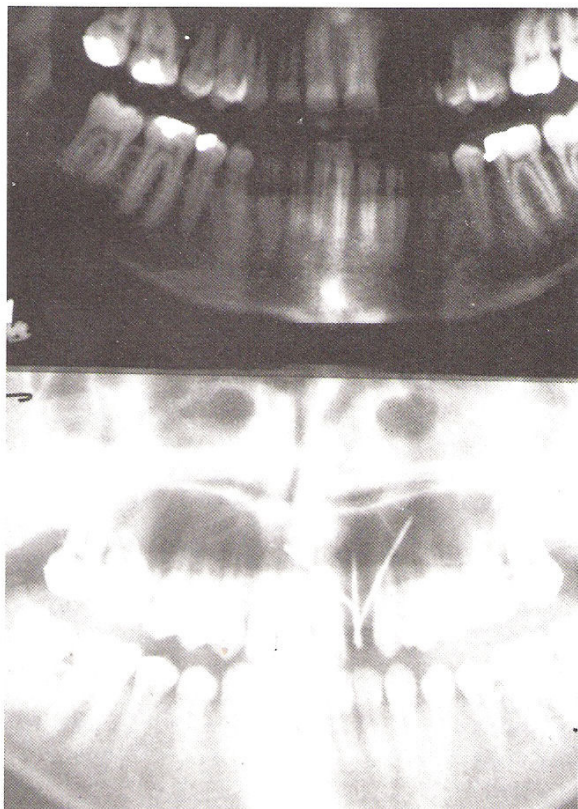
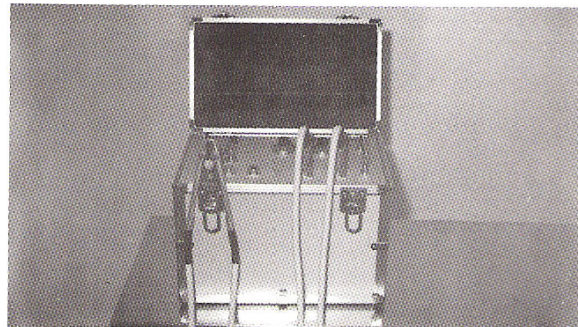


Fig. 12 - La saldatrice endoorale inventata dall'autore.

Fig. 10 - Rx e impianto sup. singolo.



le forze agenti sui due aghi nelle direzioni più opportune.

Quindi mentre un dente sistemato alla estremità di un ago di titanio può sopportare un'azione P , due aghi posti rispettivamente a 30° ed a 25° riuniti alla sommità possono sopportare: $0,866 P + 0,906 P = 1,772 P$ (fig. 3). Con tale soluzione il dente ha una resistenza del 77% superiore a quella che poteva ottenersi impiegando un solo ago, fermo restando in più il vantaggio della divergenza degli aghi fra di loro che si oppone alla avulsione.

9) Esaminiamo ora un caso più completo: quello di *tre aghi infissi in*

un mascellare. I tre aghi agiscono nel complesso come una forza unica in direzione della risultante che si determina col poligono delle forze tenendo conto delle inclinazioni e delle intensità di ciascuna, ritenendo eguale ed ideale il punto di applicazione. Costruito il poligono delle forze il segmento equipollente alla risultante avrà per linea d'azione la stessa risultante ed una forza uguale ed opposta alla risultante delle forze sollecitanti.

In pratica le tre forze sono nello spazio e non nel piano ma possono ugualmente comporsi fra loro avendo un punto in comune.

A titolo di esempio, se i tre aghi hanno inclinazioni rispetto alla risultante, nella cui direzione sarà sistemato il dente, di 60° , 15° , 60° , indicando sempre con P l'azione sopportata da un ago, l'insieme dei tre aghi potrà sopportare: $0,500 P + 0,966 P + 0,500 P = 1,966 P$ (fig. 4).

Dati quindi gli angoli di inclinazione previsti in questo caso l'azione resistente sui tre aghi è quasi doppia di quella che si sarebbe avuta con un solo ago.

10) Nella ipotesi di inserire quattro aghi per costruire un pilastro in un mascellare, quanto esposto nei punti precedenti rimane valido perché si può immaginare che due aghi P_1 e P_2 concorrenti di essi R_1 e gli altri due aghi P_3 e P_4 concorrenti nello stesso punto dei precedenti, determinano un altro piano S nel quale viene a trovarsi la seconda risultante P_2 (fig. 5). Anche la prima e la seconda risultante determinano un nuovo piano nel quale si possono comporre, trovando così la R_3 risultante totale del sistema dei quattro aghi.

11) In qualche caso potrebbe essere consigliabile inserire un numero maggiore di aghi. In un impianto con cinque aghi si potrà, in modo analogo al precedente, considerare un quarto piano tra la R_3 ed il quinto ago e determinare in intensità e direzione la risultante

generale del sistema.

Il problema di attuazione non è così semplice da risolversi dato che gli aghi formano una piramide irregolare e solo la pratica dei casi già risolti consiglia le impostazioni delle soluzioni da adottare.

La oculata applicazione degli aghi garantirà la ripartizione dei carichi agenti su ciascuno di essi e, soprattutto la loro assialità, allo scopo di non far sorgere delle sollecitazioni di flessione che potrebbero indurre gli aghi a produrre molestie a carico del tessuto osseo, in modo analogo a quanto avrebbe fatto una sollecitazione di pressoflessione. Per questo si riuniscono in modo opportuno le code degli aghi, si saldano con traversini di titanio tra loro al fine di bloccarli e si applica infine la sovrastruttura. Questa nota ha evidentemente lo scopo di accennare solo alla soluzione teorica del problema ponendo in luce che aumentando il numero degli aghi, sempre che sia possibile, aumenta la capacità portante della risultante e si dà al sistema anche una rigidità trasversale ottima nell'azione di masticazione e di traslazione mandibolare.

12) Gli aghi di titanio hanno una durezza Vichers che è di circa 170 in coda e 260 in corrispondenza dell'estremità tagliente, la quale nell'inflessione non determina fuoriuscita di tessuto osseo; ciò garantisce una perfetta aderenza dell'ago in tutta la sua lunghezza nella cavità che esso si è creata, impedendo sollecitazioni nell'alveolo mascellare.

In tal modo si conseguono tre notevoli vantaggi:

- di avere in corrispondenza dello scalpello di punta dell'ago una vera punta perforante che crea un alloggiamento esattamente uguale al diametro della punta e dell'ago;
- di avere sezioni sempre più resistenti procedendo dalla coda alla punta dell'ago;
- di avere la coda duttile in modo tale da poterla opportunamente

piegare per ottenere, quando vi siano più aghi, che le corrispondenti estremità siano più vicine tra loro per poterlo saldare e poi protesizzare.

Da quanto esposto in precedenza emergono delle importantissime considerazioni pratiche:

- occorre che i fissaggi alla punta ed alla testa degli aghi siano fermissimi per evitare la possibilità di leggere inflessioni trasversali negli aghi sotto forte schiacciamento;
- che il diametro di ogni foro sia più vicino possibile a quello dell'ago in esso applicato per evitare che sotto l'azione di schiacciamento l'ago anche leggermente inflettendosi disturbi il tessuto osseo;

- che gli aghi disposti inclinati rispetto all'azione di masticazione, solo teoricamente considerata verticale, riducano la forza agente in relazione all'angolo d'inclinazione;

- è opportuno, sempre che sia possibile, ripartire lo sforzo su due o più aghi inclinati per trarre vantaggio anche dalla scomposizione delle forze agenti. In tal caso però occorre adoperare nella coda degli aghi la saldatrice di cui si è detto, per avere la sicurezza nella ripartizione e trasmissione assiale dei carichi;

- occorre sempre fare un accurato esame preventivo dei due mascellari per determinare quali siano le posizioni più sane e più solide dove inserire gli aghi, tenendo ben presente che le loro punte si assestino sempre nella corticale senza interferire beninteso con le varie strutture anatomiche;

- infine è necessario determinare possibilmente in quale punto avverrà l'intersezione tra la risultante e l'arco mascellare perché quello sarà il punto più solido sul quale si potrà fare il più sicuro assegnamento per la protesi, eliminando la componente trasversale dello sforzo che riesce sempre nociva per la stabilità del sistema.

Pierluigi Mondani

BIBLIOGRAFIA

1. TAMBURRO DE BELLA A., MONDANI P.L.: "Richiami a principi di meccanica interessanti la tecnica degli impianti-ago", da Bollettino Odonto-Implantologico n. 8 sett.dic. 1969.
2. MONDANI P.L., TREVES G.: "Lineamenti di Istologia propedeutica all'impianto-protesi endo-ossea", da Dental Cadmos 1974.
3. MONDANI P.L.: "Contributo alla metodica dei cosiddetti impianti 'a rastrelliera'", da Implanto-Protesi 1976.
4. MONDANI P.L.: "Pilastri a radice saldati e saldature di emergenza", da A.N.I.O. atti IV° congresso nazionale 1976.
5. MONDANI P.L., TREVES G., PECIS A.: "Nuovi criteri per il successo dell'impianto-protesi mediante infissione di aghi saldati", da Odontostomatologia & Implantoprotesi 1978.
6. MONDANI P.L., TREVES G., PECIS A.: "I problemi del carico nell'impianto-protesi per ago-infissione", da Odontostomatologia & Implantoprotesi 1978.
7. MONDANI P.L., TREVES G., PECIS A.: "Problemi di Biotecnica nell'impianto-protesi per Ago-Infissione", da Odontostomatologia & Implantoprotesi 1978.
8. MONDANI P.L., MONDANI P.M.: "La saldatrice elettrica intraorale di P.L. Mondani: Principi, Evoluzione e Spiegazione della saldatura per sincristallizzazione", da Odontostomatologia & Implantoprotesi 1982.
9. MONDANI P.L., MONDANI P.M.: "Impianti a pilastro saldati con protesi totale rimovibile a telescopio", da Rivista Europea di Implantologia 1983.
10. MONDANI P.L., CANTONI E., MONDANI P.M.: "Studio di una metodica per la riduzione delle fratture della mandibola mediante aghi saldati", da Odontost. & Implant. 1983.
11. MONDANI P.L.: "L'Impianto T.V. di P.L. Mondani saldato", da A.N.I.O., IX° Congresso Bologna 1983.
12. MONDANI P.L., MONDANI P.M., CANTONI E., GUARNIERI L.: "Chimica, Biologia, Fisiopatologia dei Mucopolisaccaridi in generale e negli impianti", da Odontost & Impl. 3/84.
13. MONDANI P.L., MONDANI P.M., MERETO G.C.: "Agopuntura e Implantoprotesi saldata", da Odontostomat. & Implantoprotesi n. 3 1985.

