

# JONOFORESIS MEDICAMENTOSA

## 1 - Jonoforesi

### 1.1 PRINCIPIO JONOFORETICO

La metodica della jonoforesi si basa sul fatto che, in presenza di un campo elettrico, gli ioni di una sostanza in soluzione sono attratti dal polo di segno opposto. Allorchè questi hanno un'azione farmacologica, la jonoforesi diviene utile per consentire ai farmaci di penetrare attraverso la cute o mucosa, e sviluppare la loro azione terapeutica.

Il procedimento jonoforetico richiede: che la sostanza sia applicata all'elettrodo di segno appropriato; che la patologia sia superficiale o quantomeno vicina alla superficie del corpo e che sia usata una apparecchiatura adatta. Questa deve essere capace di creare un campo elettrico con particolari caratteristiche atte a convogliare un flusso di ioni determinato e costante, sempre nel rispetto di tutte le norme di sicurezza.

### 1.2 LE SOLUZIONI

Due o più sostanze formano una soluzione quando le loro molecole si mescolano intimamente sì da formare un sistema liquido omogeneo, cioè solo la fase liquida. In una soluzione si usa distinguere il solvente dal soluto. Nel caso che uno dei due componenti sia liquido e l'altro solido, il primo viene sempre considerato solvente. Il solvente più diffuso che interessa la biologia è l'acqua. Una sostanza è tanto più solubile quanto maggiore è la sua somiglianza col solvente.

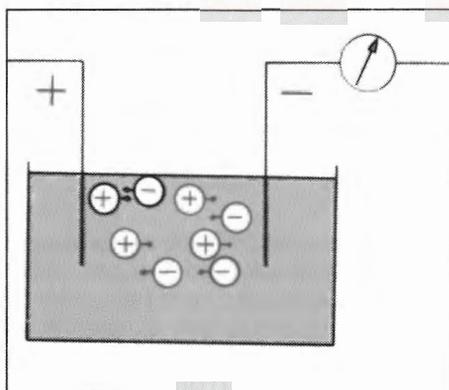
L'acqua è un eccellente solvente per le sostanze ioniche, dette anche polari-idrofile, perché tra le molecole polari dell'acqua e gli ioni e le molecole del soluto, si instaura un'attrazione elettronica. Invece le sostanze apolari-idrofobe, es. idrogeno, sono poco solubili per le loro caratteristiche elettroniche.

### 1.3 LA SOLUZIONE IONIZZATA

Le soluzioni di elettroliti (acidi, basi, sali), cioè di sostanze che subiscono la loro dissociazione in ioni allorchè sono poste in soluzione di tipo acquoso, costituiscono le soluzioni ionizzate. Gli elettroliti disciolti risultano dissociati più o meno completamente e quindi in soluzione si hanno sia molecole intere che dissociate in parte, chiamate ioni. Quest'ultimi sono caricati elettricamente a seconda della loro natura: di segno positivo, cationi, di segno negativo, anioni, si muovono liberamente in seno alla soluzione.

Le soluzioni ionizzate hanno alcune caratteristiche particolari. La proprietà che ci interessa in modo particolare è quella di condurre la corrente elettrica. Le soluzioni comuni invece es. di zucchero o di alcool non conducono la corrente .

Se immergiamo in una soluzione acquosa ionizzata i poli di una pila, che funziona come sorgente di elettricità, ed applichiamo loro una differenza di potenziale, osserviamo che gli ioni presenti nella soluzione sono attratti dai poli di segno opposto. Il fenomeno è denominato elettrolisi ossia letteralmente «lisi elettrica di una sostanza». Se, ad esempio, esaminiamo una soluzione di acido cloridrico notiamo che, per il diverso convogliamento degli ioni, al passaggio della corrente, si ha liberazione di cloro elettro negativo all'anodo e di idrogeno elettro positivo al catodo.



*Soluzione di un sale, ionizzata*

## 1.4 IONI IN SOLUZIONE IONIZZATA

### Caratteristiche

Inoltre se controlliamo il comportamento della precedente soluzione di acido cloridrico, notiamo che a circuito aperto, cioè quando non passa corrente nella soluzione, gli ioni di idrogeno e di cloro si muovono caoticamente in essa. Supponiamo ora di chiudere il circuito in modo che passi la corrente e di aumentare gradatamente la differenza di potenziale applicata agli elettrodi. Si noterà che sotto l'influenza del campo elettrico gli ioni vengono orientati e migrano verso l'elettrodo di senso opposto. Tuttavia, non si ha la migrazione degli ioni sugli elettrodi, se la differenza di potenziale applicata non supera il valore della tensione di decomposizione propria della sostanza disciolta.

Si ha elettrolisi di una sostanza ionizzata in una soluzione solo al passaggio di una determinata quantità di corrente, che è propria di ogni elettrolita. Aumentando ulteriormente e gradatamente la differenza di potenziale applicata, aumenta la velocità di orientamento e di liberazione degli ioni. In sostanza, la quantità degli ioni che partecipa alla elettrolisi è direttamente proporzionale alla quantità di corrente che passa attraverso l'elettrolita, e la quantità dei singoli ioni è direttamente proporzionale ai loro pesi equivalenti riferiti all'ossidazione-riduzione.

La quantità di elettricità che determina la scarica di un grammo-equivalente di qualsiasi elemento per elettrolisi, si chiama Faraday ed è pari a 96540 Coulombs. Questa quantità di elettricità equivale ad un numero di elettroni uguale al numero di Avogadro, cioè al grammo-elettro:  $6,023 \times 10^{23}$  elettroni.

## 1.5 I FARMACI IN SOLUZIONE

I farmaci sono sostanze che determinano, negli organismi in cui penetrano, variazioni funzionali in conseguenza di fenomeni fisico-chimici. Possono essere ricavati dal mondo animale, vegetale o per sintesi chimica, cioè prodotti dalla ricerca e per sviluppare la propria azione devono essere introdotti all'interno dell'organismo dove la loro azione specifica può essere locale, di un particolare settore o generale, in tutto l'organismo. In quest'ultimo caso passano in circolo raggiungendo i tessuti e le cellule.

Di un farmaco è necessario quindi determinare la via di somministrazione, di assorbimento, l'azione farmacologica.

Infatti agendo in rapporto alla sua struttura, subisce da parte dell'organismo modificazioni, con possibilità di accumulo, potenziamento, interferenza con gli altri farmaci o sostanze, ed infine di eliminazione dal corpo, in toto o nei derivati. È ovvio che quanto più semplice è la via di penetrazione, tanto più facile sarà farlo raggiungere nel luogo in cui deve svolgere la sua azione. Come pure sarà importante evitare che un farmaco, che deve svolgere un'azione locale, venga diffuso a tutto l'organismo, questo sia per l'inutilità dell'operazione sia per evitare fenomeni di accumulo, antagonismo, potenziamento, e antidotismo con farmaci, usati in altri distretti.

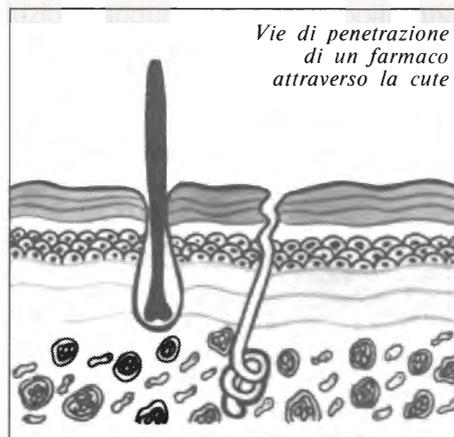
Raramente un farmaco è usato come tale, cioè senza che sia sciolto in qualche liquido, ossia soluto di una soluzione poiché, specie se di natura sintetica, si presenta molto concentrato e richiede quindi una opportuna diluizione. Infatti spesso i farmaci sono attivi solamente ad una determinata concentrazione, che appunto viene definita «intervallo terapeutico». Al di sotto di tale concentrazione, non hanno azione apparente ed al di sopra si comportano come tossici o veleni.

I farmaci in soluzione, si comportano come ogni altra sostanza e quindi gli ioni dissociati si convogliano verso i poli di segno opposto, quando si creerà una differenza di potenziale nella soluzione. Se quindi prendiamo una soluzione di fluoruro di sodio, la sistemiamo in acqua ad una determinata concentrazione e, visto che si tratta di ione elettronegativo, la applichiamo al catodo, una volta chiuso il circuito elettrico, noteremo che gli ioni negativi del fluoro verranno convogliati verso l'anodo.

Supponiamo di avere un dispositivo elettronico, che ci fornisca un determinato campo elettrico tra la mano (anodo) e la bocca (catodo) e dopo di aver spalmato di gel di fluoruro di sodio la apposita spugnetta, trattenuta nel portaimpronte con elettrodo, la sistemiamo in bocca, alla chiusura del circuito si avrà il passaggio di ioni fluoro dalla soluzione ai tessuti periodontali ed allo smalto dentario. Tutto questo perché gli ioni nel loro percorso verso il polo opposto devono attraversare per primi i tessuti con cui sono a contatto.

Naturalmente nella apparecchiatura debbono essere fatte salve le norme di sicurezza elettrica e di intensità di corrente, di tempo di applicazione e di percentuale della soluzione applicata.

In definitiva si otterrà, con questa somministrazione, una via locale di introduzione di una sostanza che dovrà svolgere la sua propria azione farmacologica nei pressi del luogo di introduzione. Si eviterà, ad esempio la somministrazione di fluoro per via orale, con assorbimento e successivo passaggio in circolo prima di giungere ai tessuti dentali. Si avrà pure un vantaggio sensibile nei confronti delle tocature con composti fluorurati ad azione topica locale, degli sciacqui, delle applicazioni per contatto, ecc., perché richiedono alte concentrazioni di prodotto. Le soluzioni ionoforetiche invece, come abbiamo visto precedentemente, hanno una ben precisa ed estremamente bassa concentrazione di soluzione.



## 1.6 FARMACI DI INTERESSE DENTALE

Allorché un farmaco è idrosolubile e la sua azione farmacologica è di interesse odontoiatrico, può essere utilizzato con metodo jonoforetico.

## 2 - Jonoforesi medicamentosa

### 2.1

È la somministrazione di un farmaco a mezzo della jonoforesi. Presenta il vantaggio di portare in sede localizzata una adeguata quantità di farmaco con conseguente azione topica ottimale, senza elevati dosaggi umorali, evitando effetti collaterali o tossici in zone diverse da quelle da trattare. Ciò che avviene nel corso di una somministrazione con diffusione a tutto l'organismo. È largamente usata in campo ortopedico, fisiokinesiterapeutico, dermatologico, dentale, ecc. Caratteristiche fondamentali dei farmaci da usare sono, oltre alla predetta solubilità in acqua, la loro bassa o nulla tossicità, la loro stabilità in soluzione, stabilità che deve permanere allorché si instaura un campo elettrico.

### 2.2 JONOFRESI MEDICAMENTOSA DENTALE

Nel settore dentale, la jonoforesi può essere vantaggiosamente usata in alcune particolari affezioni. È molto utile per la desensibilizzazione nella iperestesia dentinale e nel caso di colletti dolenti; come pure per interventi chirurgici superficiali; nelle forme di decubiti per protesi; formazioni aftose; nella terapia delle gengiviti marginali; nella disinfezione endocanalare; nella profilassi della carie. In quest'ultimo uso si utilizza il gel al fluoruro di sodio,

che ha una molteplice azione perché, oltre a determinare la trasformazione nei tessuti dentali della idrossiapatite insatura, in fluoroapatite più dura, ha un'azione antiplacca, antiacida e batteriostatica. Quindi una azione anticarie con punti di attacco multiformi e veramente interessanti nella prevenzione della carie dentale.

## 2.3 APPARATI PER LA JONOFRESI DENTALE

Gli apparecchi atti alla utilizzazione della jonofresi dentale non sono una novità di questi ultimi anni, in quanto già negli anni trenta e quaranta, vennero presentati alla classe medica dentale per l'utilizzo quali desensibilizzatori. Si trattava di apparecchi precedenti l'era elettronica che non hanno avuto una applicazione apprezzabile.

In quest'ultimo decennio si sono sviluppati in varie nazioni nuclei di studiosi, specie in ambiente universitario, che hanno riproposto l'idea della jonofresi nel settore dentale, predisponendo quindi una serie di apparecchiature atte a dare una prestazione sicura, costante, che ha pure permesso di valutare la praticità del loro uso e l'utilità nel lavoro quotidiano del dentista.

# 3 - Apparecchiature per la jonofresi dentale

## 3.1 CARATTERISTICHE DEGLI APPARECCHI PER JONOFRESI DENTALE

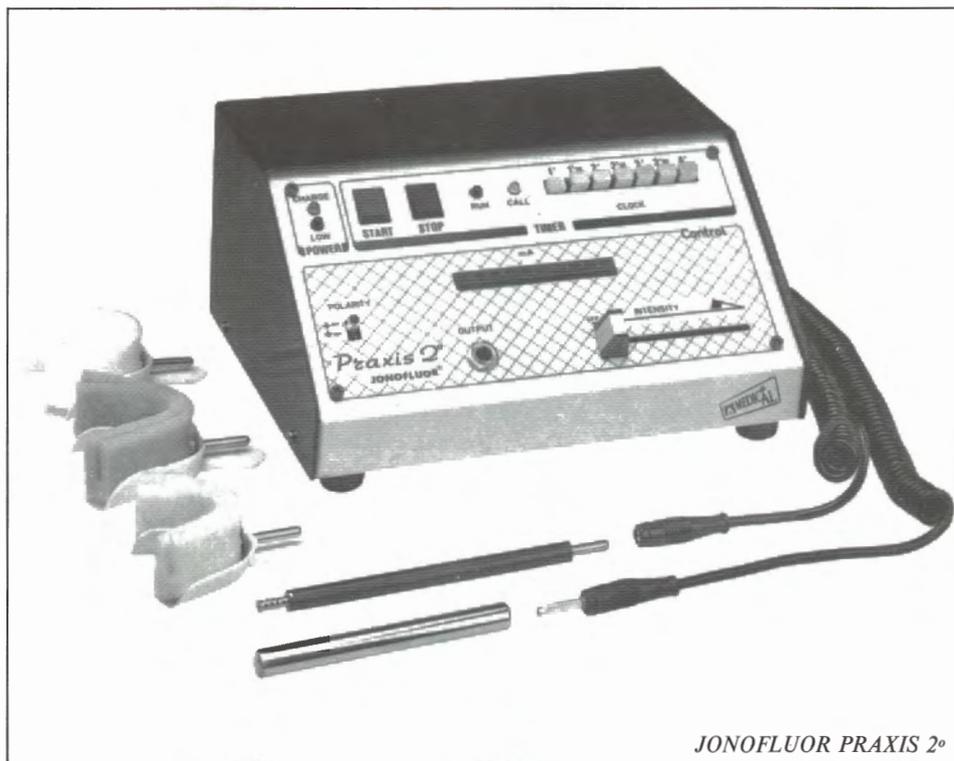
L'apparecchio per la jonofresi deve creare un campo elettrico che è costante nella erogazione dell'intensità di corrente, durante tutto il tempo dell'operazione. Non vi devono essere variazioni di intensità né in relazione al tempo di somministrazione, né al peso del paziente. L'intensità deve rimanere entro i limiti di sicurezza indipendentemente da ogni alterazione delle situazioni di lavoro, es. caduta dell'apparecchio, guasto improvviso, variazione di temperatura, pressione, ecc. Unica controindicazione, l'uso in portatori di pace maker.

## 3.2 APPARECCHIATURE

La MEDIC-AL Dentistry Line s.r.l., azienda che ha studiato a lungo il problema della jonofresi medicamentosa dentale, ha predisposto per tale forma di somministrazione gli apparecchi della serie JONOFUOR. Tutti gli apparecchi corrispondono agli standards operativi necessari all'uso e la loro diversità dipende dalla diversa capacità di lavoro. Cioè, mentre lo JONOFUOR SCIENTIFIC, è apparecchio utile all'operatore che si avvicina per la prima volta alla jonofresi ed intende utilizzarla saltuariamente, il MEDIC-FLUOR, nuovo modello, è apparecchio di utilizzo quotidiano ed il PRAXIS, è completato da servomeccanismi, come la ricarica ed il timer, che lo rendono utilizzabile per un uso intensivo e continuato. Il COMBI, infine, è stato studiato per i centri di prevenzione della carie, dove quattro pazienti possono essere trattati contemporaneamente.

Recentemente naturalmente ogni apparecchio è dotato di adeguate e dettagliate istruzioni operative.

Poiché gli ioni di utilizzo ionoforetico sono di segno vario, elettropositivo, negativo ed anfitero, gli apparecchi della serie JONOFUOR, sono normalmente predisposti per lavorare con farmaci elettronegativi. Nel caso di farmaci elettropositivi è necessario utilizzare l'apposito «variante di campo», che inverte la polarità dei poli.



*JONOFUOR PRAXIS 2°*

## **4 - Materiali per la jonoforesi medicamentosa dentale**

La società MEDIC-AL ha predisposto un KIT per la jonoforesi medicamentosa, che contiene i prodotti di più frequente uso nel campo dentale. Si tratta di prodotti di cui è evidenziata la carica ionica, la formula chimica, la concentrazione, la polarità, l'intensità di corrente ed il tempo da usare per la applicazione e relativa indicazione terapeutica.

## **5 - Componenti del Kit per la jonoforesi medicamentosa dentale**

Non è possibile in questa sede che una rapida scorsa ai vari prodotti giacché, ognuno di questi richiederebbe una più ampia e dettagliata descrizione della loro utilità.

### **5.1 GEL DI FLUORURO DI SODIO**

Il fluoruro di sodio viene utilizzato in forma gelificata, cioè addensata in modo instabile. Infatti quando la soluzione gelificata viene pressata, si ha emissione di fase liquida, che viene riassorbita al momento dell'allentamento della pressione. È quanto avviene in bocca allorché si fa trattenere tra i denti il portaimpronte con elettrodo e la spugnetta impregnata di gel. In questo modo la soluzione gelificata può penetrare negli spazi interdentali, dove sarà più utile la sua azione.

Il gel di fluoro viene usato nella prevenzione della carie dentale nei bambini dai quattro-cinque anni, fino a dodici-quindici anni. Si eseguono quattro sedute all'anno, due sedute a distanza di otto giorni una dall'altra ad esempio in primavera e due sedute sempre staccate di otto giorni, in autunno. Questo schema di prevenzione è utile per assicurare una concentrazione ottimale di fluoro nello smalto dentale per i sei mesi successivi.

Il gel di fluoro viene usato, con ritmi di lavoro diversi, in caso di desensibilizzazione per esposizione dentinale, nei colletti dentali ipersensibili, sui monconi limati. In questi casi si eseguono sedute quotidiane, sino alla scomparsa della sintomatologia. Nel caso di cure conservative, si eseguono sedute prima e dopo la cura per evitare la comparsa di carie secondaria. Si usano pure sedute jonoforetiche nei parodontopatici, nei portatori di protesi con ganci, ortodontiche, oppure persone esposte alla carie, pasticceri, lavoratori del settore dolciario, ecc.



## 5.2 ANESTETICO PER CONTATTO

L'uso della jonoforesi con i composti anestetici, apre dal punto di vista pratico, un ampio campo di applicazione nell'uso quotidiano odontoiatrico.

Con la jonoforesi l'anestetico penetra in profondità e quindi esplica un'azione anestetico locale che si può definire intermedia fra la anestesia di superficie con spray, toccature, ecc. e la anestesia di infiltrazione. Si ha quindi una azione ben superiore alla prima, sia per la azione in profondità, che per durata. Si possono eseguire piccoli interventi periodontali, biopsie, cure della carie del colletto, detartraggi, estrazione di denti decidui, interventi a persone ansiose od al limite la si può usare come preanestesia, prima di usare la normale anestesia plessica o tronculare. Può essere usata per alleviare il dolore in caso di afte, decubiti per protesi e nelle altre affezioni dolorose dentali o periodontali.

## 5.3 TINTURA DI MIRRA E BENZOINO

La applicazione della tintura di mirra e benzoino, sia su singoli denti che su zone più estese favorisce la cicatrizzazione dei tessuti endoorali, formando un film protettivo e stimolando la ripielizzazione della mucosa. Utile in tutte le soluzioni di continuo della mucosa orale e linguale, come ferite chirurgiche anche da elettrobisturi, accidentali o da protesi con ganci o parti appuntite. Ulcerazioni, abrasioni, vengono trattate con sedute quotidiane, per tre, quattro giorni. Fin dalle prime sedute si ha scomparsa di bruciore e tensione e quindi la rapida remissione della sintomatologia con possibilità di regolare alimentazione e fonazione.

## 5.4 ZINCO CLORURO

La soluzione di zinco cloruro viene usata per la sua azione astringente ed antisettica, nelle forme di periodontite marginale.

La terapia antiinfiammatoria gengivale richiede che siano messe in atto tutte le cure e norme igieniche quali: detartraggio, corretta alimentazione ed igiene, prima di eseguire le sedute di ionoforesi con il prodotto su riferito.

Si eseguono sedute quotidiane per quattro, cinque giorni.

## 5.5 ZINCO JODURO

La soluzione di zinco joduro, viene usata con particolari elettrodi endodontici, per la disinfezione canalare.

La ionoforesi canalare offre la possibilità di far penetrare il materiale disinfettante sia nel canale radicolare principale sia in ogni eventuale collaterale o canalicolo ed oltreapice. Naturalmente è necessario che si sia provveduto ad un alesaggio meccanico adeguato. Dopo di che si procederà al gocciolamento della soluzione nel canale e si introdurrà l'elettrodo di diametro adeguato.

## 5.6 ELETTRODI PER LA SINDROME ALGO-DISFUNZIONALE DELLA ARTICOLAZIONE ATM

La sindrome algo-disfunzionale della articolazione temporo mandibolare è evenienza frequente nella patologia dentale. Molteplici cause, acute e croniche, provocano la sindrome legata al dolore muscolo articolare da iperattività o processo infiammatorio. Tuttavia, la applicazione della ionoforesi con elettrodi di particolare forma, lungo le zone cutanee sovrastanti il decorso e la inserzione dei muscoli interessati alla articolazione, provoca nel corso di alcune sedute la rapida scomparsa della sintomatologia e la ripresa funzionale. Il meccanismo d'azione è riconducibile alla azione intrinseca, fisica, non legata a farmaci, della corrente galvanica che sviluppa la sua azione ripolarizzando la membrana cellulare, provocando anestesia delle terminazioni nervose, elettrosmosi con riassorbimento di edema, cataforesi con eliminazione di cataboliti dal torrente circolatorio, vasodilatazione, ipertermia. Il miglioramento, della sintomatologia della sindrome algo-disfunzionale della ATM, può essere utilmente impiegato anche per il rilasciamento muscolare prima della presa delle impronte o di interventi orali prolungati.

## 5.7

Il KIT comprende ancora, mandrini, elettrodi, portaimpronte necessarie per l'uso dei prodotti riferiti.

# 6 - Conclusioni

Attualmente è disponibile una nuova tecnica di uso ambulatoriale dentale, utile ad eliminare alcuni problemi spesso presenti nella pratica dentale. La moderna ionoforesi dentale, cioè l'utilizzo della corrente galvanica con la somministrazione di particolari farmaci, ha permesso di trattare la ipersensibilità dentale, la prevenzione della carie, la presenza di ferite o lesioni della mucosa, la preparazione di una anestesia medio-profonda della mucosa, la remissione della sintomatologia algo-disfunzionale della ATM. Ha inoltre modificato il

trattamento di queste patologie che spesso sono fonte di viva preoccupazione da parte dei pazienti.

L'uso della jonoforesi modifica la metodologia del lavoro del dentista spostando il suo interesse al momento preventivo, anziché a quello curativo. La profilassi viene avvantaggiata, la diagnosi migliorata ed i nuovi trattamenti determinano l'espansione nell'utilizzo del personale ausiliario.

## 7 - Bibliografia

- E. DONADON: "La jonoforesi topica nella ipersensibilità dentale", *ODONTOSTOMATOLOGIA e IMPLANTOPROTESI* n. 1/1982.
- G. GRIPPAUDO, G. BOSCO, G. GIORGI, P.L. MASI, P. PIERLEONI, S. PUNTILLO: "Fluoro nella profilassi della carie". Convegno Nazionale di Agg. Profess. Siens 18-19 Nov. 1975. *R.I.S.* 12/76, pag. 35-64.
- WILSON, J.M., FRY, B.W. WALTON, R.E. and GANGAROSA L.P.: "Fluoride levels in dentin after iontophoresis". *J.DEN. RES.* 60A: 462, 609 (1981).
- L.W. GIBSON, R.E. COOKE: A test for concentration of electrolytes in sweat in cystic fibrosis of pancreas utilizing pilocarpine by ionophoresis, *PEDIATRICS* 23, pag. 545-549, 1959.
- M. COMEAU, R. BRUMMET, J. VERNON: "Local anesthesia of ear by ionophoresis", *ARCH. OTOLARYNGOL* 98, pag. 114-120, 1973.
- R. WALTON, et al.: "Pulp and dentin response to ionophoresis of NaF on exposed roots". *J.DENT.RES.*55, pag. B228.667, 1976.
- S. JOYSTON-BECHAL, R. DUCKWORTH, M. BRADEN: "Diffusion of ions into human enamel" *J.DENT.RES.*, 48, pag. 1130, 1969.
- H.G. McCANN: "Reaction of fluoride ions with hydroxyapatite", *J.BIOL.CHEM.* 201, pag. 247-259, 1953.
- F. MARCI, P.L. NEGRI, N. STAFFOLANI: "Nuova metodica di fluoroprofilassi della carie dentale. Risultati clinici e sperimentali", *Ann. Stom.* 16, pag. 283, 1968.
- P.N. MASON, M. BREDA: "La tecnica dell'anestesia locale mediante jonoforesi". *IL DENTISTA MODERNO*, Anno II - n. 9 Nov. 1984.
- C. BENNET: "Conscious sedation in dental practice", *C.V. MOSBY Co.* - S. LOUIS 1974.
- L.P. GANGAROSA: "Iontophoresis for surface local anesthesia", *J.A.D.A.* - 125-128, Gennaio 1974.
- P. MONESTIROLI et All.: "Tecniche e precauzioni nell'anestesia locale", *IL DENTISTA MODERNO*, 55-71, Settembre 1983.