

DR. MAURIZIO ANDORLINI  
Via Fratelli Cervi 41 - tel. 055/8314493  
50065 PONTASSIEVE - Firenze

## ODONTOIATRIA E BIOLOGIA DEI METALLI

### IL FENOMENO DELLA CORROSIONE

La corrosione è il decadimento estetico o funzionale di un manufatto per una reazione spontanea con l'ambiente circostante.

Tralasciando qui una trattazione completa del fenomeno corrosivo, ricordo brevemente come, a livello orale ci siano tre forme principali di corrosione: la corrosione chimica, la corrosione elettrochimica e la corrosione biologica.

La reazione di tipo chimico può avvenire con qualunque tipo di elemento, metallico o meno, purché ci sia affinità chimica.

Esistono due tipi principali di reazione elettrochimica: la prima detta da POLIMETALLISMO avviene tra metalli diversi in contatto diretto o mediato da acqua a causa della differenza di potenziale elettrochimico (reazione di ossidoriduzione): maggiore è questa differenza, maggiore è la corrosione del metallo meno nobile, che va in soluzione. La seconda, detta della PILA A CONCENTRAZIONE, avviene sulla superficie dello stesso manufatto metallico tra due punti immersi in un ambiente diverso: ad esempio la parte iuxtagingivale, immersa nella placca (poco ossigeno e pH basso) e la parte oclusale (molto ossigeno e pH più alto). Altri tipi di corrosione interna della lega sono dati da difetti intrinseci della lega (corrosione inter/intra granulare) per composizione (per esempio amalgami) o per lavorazione (per esempio fusioni difettose).

La corrosione biologica è data dall'intervento di sostanze di origine cellulare (prodotte da batteri, funghi o cellule dell'organismo, o liberate dalla dissoluzione delle cellule stesse) capaci di reagire con i metalli ossidandoli (enzimi, perossidi, proteine solforate etc.).

Le condizioni locali sono perciò particolarmente importanti per attivare o per aumentare i processi corrosivi: l'igiene orale carente è forse la causa prima di molte corrosioni sia per l'aumento dell'acidità locale, sia per la caduta del tasso di ossigeno, (che determinano una corrosione da pile a concentrazione), sia per l'accumulo di cellule, batteri e detriti ricchi di sostanze reattive (anidride solforosa, proteine solforate, cloruri etc.) che accrescono la corrosione biologica, sia, soprattutto, perché impedisce in alcuni punti il formarsi dello strato di ossido protettivo (PASSIVAZIONE) in leghe a base di nichel, di cromo, di cobalto (e forse di palladio).

I fenomeni di abrasione superficiale aumentano la corrosione dei metalli per fenomeni elettrochimici rompendo la continuità dei films protettivi, ma sono anche responsabili della diffusione nell'organismo di elementi non soggetti spontaneamente alla corrosione.

I compositi per esempio sono corrodibili chimicamente solo per la parte silionica (silano e quarzo) attaccati dal fluoro (dentifrici e collutori), mentre la parte resinosa è asportata meccanicamente dal contatto con gli alimenti e con gli altri denti.

In ogni caso i fenomeni di corrosione più evidenti, e soprattutto più pericolosi per la salute del paziente sono quelli che si sviluppano a carico dei metalli (corrosione elettrochimica), soprattutto per la presenza della componente elettrica.

## LE LEGHE ORALI

Oggi sono in commercio un numero enorme di leghe per uso odontoiatrico, con le più varie caratteristiche metallografiche e con la più eterogenea composizione.

A grandi tratti possiamo distinguere:

### AMALGAMI

ORO COESIVO (oro puro laminato in foglia)

LEGHE NOBILI

LEGHE NON NOBILI (c.d. non preziose)

Gli amalgami (a base di argento-mercurio), e l'oro coesivo sono gli unici che non sono usati per fusione.

Le leghe nobili possono essere a loro volta distinte in due tronconi principali:

LEGHE A BASE D'ORO

LEGHE A BASE DI PALLADIO

I due tipi di leghe variano molto come caratteristiche metallografiche, ma i confini tra i due tipi sono molto sfumati in virtù della presenza di leghe a percentuale intermedia di oro e di palladio.

Complessivamente sono usati circa 30 elementi nella composizione di queste leghe, il che crea ovviamente problemi complessi, sia nella lavorazione dei materiali, sia nelle interazioni tra i materiali.

Occorre, infatti, ricordare che non esiste un materiale inerte e non soggetto a corrosione nel cavo orale, ed ogni metallo posto in contatto con un altro metallo in ambiente umido dà luogo ad una reazione di ossido riduzione in cui il metallo meno nobile è ossidato (corroso = perde elettroni) ed il più nobile si riduce (acquista elettroni).

## ASSORBIMENTO DEI METALLI

Steineman ha classificato i materiali secondo la loro biocompatibilità distinguendoli in

TOSSICI = facilmente corrodibili

NON TOSSICI = scarsamente corrodibili

TOLLERATI = non corrodibili

La tollerabilità di un elemento è in funzione diretta del suo potenziale di polarizzazione (vale a dire alla quantità di energia che occorre fornire per attivare una reazione di ossidazione) ed è perciò inversamente proporzionale alla sua corrodibilità. Secondo le tabelle di Steineman il più tollerato è il titanio, l'oro invece è considerato meno biocompatibile in quanto viene fissato dai tessuti.

È importante che nessun materiale dentale, destinato perciò a rimanere a lungo a contatto con i tessuti viventi, abbia azione irritante o tossica, sia a livello organismico come a quello cellulare né a breve né a lungo termine (un restauro può rimanere a contatto con l'organismo per molti decenni).

Purtroppo non si è ancora trovata una procedura di indagine standard che consenta di studiare la pericolosità di un materiale, anche perché i metalli sono usati quasi tutti come catalizzatori dai metallo enzimi cellulari, e molti di questi enzimi non sono ancora noti. I materiali per uso medico (come le leghe odontoiatriche ed i materiali odontoiatrici) possono essere testati in vivo ed in vitro: nel primo caso il materiale in esame viene fatto ingerire ad animali da esperimento o viene messo a contatto della pelle o di altri tessuti (ad esempio la cornea) degli animali, nel secondo caso il materiale viene testato su colture di cellule animali o vegetali, di batteri o di miceti, saggiandone in

tal modo la tollerabilità su molte generazioni successive di cellule. Questo secondo metodo è particolarmente indicato per lo studio della teratogenicità di un materiale.

Queste prove possono darci una buona indicazione del grado di tossicità, ma non del grado di tollerabilità che si può avere nell'uomo le cui abitudini alimentari ed igieniche e le cui vie metaboliche possono essere nettamente diverse e non sempre i risultati ottenuti in vivo corrispondono a quelli ottenuti in vitro. Quindi le prove sugli animali debbono essere seguite da una accurata indagine clinica e da un puntiglioso esame teorico prima di accettare il materiale nell'uso corrente.

#### CONSEGUENZE DELLA CORROSIONE

Quando un metallo si corrode in bocca (per motivi chimici, biologici o per corrosione elettrochimica) manda in soluzione ioni che diffondono nei liquidi endobuccali e quindi passano nel tubo gastro enterico, o vengono assorbiti dai tessuti duri e molli della bocca, quindi vengono portati nel circolo ematico.

Le reazioni che l'organismo oppone a questa immissione di ioni (che in genere sono liberati sotto forma di sali insolubili ad esempio Argento --> Cloruro d'Argento), dipendono dalle caratteristiche biochimiche dello ione o del sale stesso.

Molto grossolanamente possiamo dire che i metalli che danno facilmente sali inorganici (ad esempio il Cloruro d'Argento, il Solfato di Rame) danno reazioni di tipo tossico, i metalli che danno più facilmente composti organici (Nichel, Oro etc. legati alle proteine solforate) danno prevalentemente reazioni di tipo allergico.

Questa spiegazione è da prendere con beneficio d'inventario, dato che le reazioni biochimiche dell'organismo sono di una complessità tale da non consentire grosse semplificazioni: considerate che sono finora stati trovati circa tremila enzimi diversi, dei quali circa un terzo usa un metallo come catalizzatore, e nulla autorizza a ritenere che la ricerca di enzimi sia al termine.

Inoltre occorre ricordare che lo stesso metallo può dare reazioni diverse a seconda del tipo di composto che ha formato e quindi della sua disponibilità biologica.

#### CORROSIONE ELETTROCHIMICA

Se la corrosione di un manufatto avviene per cause elettrochimiche (polimetallismo o pile a concentrazione di pH o di ossigeno) l'effetto biologico locale può essere devastante in quanto le correnti elettriche hanno la capacità di stimolare la proliferazione cellulare o di inibirla assolutamente.

La presenza di queste correnti galvaniche determina una serie di reazioni cellulari locali che possono andare dalla retrazione parodontale (inibizione della proliferazione cellulare), alla frattura radicolare (deplezione del calcio), alla gengivite ipertrofica ed all'insorgere di leucoplachie e di tumori (stimolazione della proliferazione cellulare).

All'Istituto Nazionale per lo Studio e la Cura dei Tumori di Milano, nella divisione di Oncologia Clinica Cervico Facciale hanno eseguito infatti uno screening orale per determinare l'effetto della presenza di correnti elettriche nel cavo orale. Le correnti possono esser dovute sia alla presenza di più metalli in bocca, sia alla presenza di un metallo e di placca batterica (la parte di metallo a contatto con la placca si ossida rispetto a quella lavata dalla saliva: si ha la cosiddetta pila a concentrazione).

Gli studi sono ancora in pieno svolgimento per quanto riguarda il collegamento tra la presenza delle lesioni orali e quella delle correnti galvaniche, ma sembrerebbe esistere un rapporto diretto tra gravità della lesione (anche neoplastica) e differenza di potenziale elettrico. Quest'ultimo sarebbe a sua volta in rapporto inverso con l'igiene orale: quindi la gravità della lesione sarebbe tanto maggiore quanto più è trascurata la bocca ed la causa diretta della lesione sarebbe propri la corrente che corrode i restauri metallici.

Per la determinazione dei potenziali elettrici hanno usato un galvanometro elettronico per uso odontoiatrico (Metal Test prodotto dalla Cubic Scientifica) ed hanno già comunicato i risultati parziali nel corso di una conferenza a Milano, anche se purtroppo non hanno ancora pubblicato i dati ufficiali.

Per quel che riguarda l'effetto delle correnti continue sulle cellule, già da molto tempo sono noti gli effetti che esse hanno di stimolazione e di inibizione alla proliferazione, tanto è vero che correnti elettriche idonee sono state già da alcuni anni usate terapeuticamente per ottenere la guarigione di lesioni ossee e mucose.

Può darsi che molti impianti endoossei, per esempio, vadano incontro ad insuccesso per il formarsi di correnti galvaniche sfavorevoli, tali da impedire l'accollamento delle cellule all'impianto.

#### ELEMENTI NON METALLICI

La corrosione non avviene solo a carico dei metalli, tutti i materiali si corrodono in modo più o meno evidente, mandando in soluzione composti vari.

Gli elementi non metallici si corrodono con meccanismo non elettrochimico, ma chimico, quindi con liberazione di energia sotto forma di calore e non di correnti elettriche.

Un esempio classico di questo fenomeno, purtroppo non sufficientemente studiato, è, ad esempio, la corrosione della ceramica delle protesi da parte del fluoro contenuto nei dentifrici: questa corrosione manda in soluzione il silicio che compone la base della ceramica, insieme a tutti gli altri componenti della ceramica (che poi non è ceramica, ma più o meno un quarzo - feldspato): alluminio, cobalto, stagno etc.

Ma, da un punto di vista biologico, non dobbiamo vedere sempre l'assorbimento di un elemento in chiave negativa: alcuni elementi sono sicuramente tossici, altri, come abbiamo visto da Steinemann sono tollerati, altri sono addirittura necessari. Sicuramente le dosi rilasciate dalla corrosione di una protesi sono minime rispetto a quelle assorbibili dall'ambiente esterno.

Esamineremo in seguito questo aspetto della questione.

#### GLI ELEMENTI TRACCIA

Le più moderne tecniche di indagine analitica (spettrometria ad assorbimento atomico, la spettrometria di massa e la frammento grafia dopo bombardamento veloce) hanno consentito di definire sia il contenuto in minerali e in metalli del corpo umano e degli alimenti, sia di chiarire il funzionamento ed il ciclo biologico di molti di loro.

Spesso i metalli sono utilizzati dai metallo enzimi, che costituiscono il 25-30% dei catalizzatori biologici finora noti. Anzi la presenza della molecola metallica ci consente di marcare l'enzima con radioisotopi che ci permettono poi di seguire la via metabolica seguita dall'enzima.

Gli elementi inorganici necessari contenuti nel corpo umano sono numerosi, i più abbondanti sono il calcio, il cloro, il fosforo, il magnesio, il sodio, il potassio e lo zolfo, il cui fabbisogno giornaliero è valutabile in grammi.

Altri elementi sono contenuti in quantità minori, ed il loro fabbisogno giornaliero è nell'ordine dei milligrammi: sono definiti ELEMENTI TRACCIA.

Questi sono quasi tutti metalli e sono: arsenico, cobalto, cromo, fluoro, iodio, manganese, molibdeno, nichel, rame, selenio, silicio, vanadio, zinco.

Ma gli studi sono ancora in corso e molti altri elementi sono sospettati di essere necessari al funzionamento cellulare; i più probabili sono: alluminio, bario, bismuto, cadmio, germanio, litio, piombo, rubidio, stagno, stronzio, titanio, tungsteno.

Nell'animale da esperimento si è già dimostrata la necessità di cadmio, stagno e piombo.

## ASSORBIMENTO DEI METALLI

Tutti i metalli contenuti nell'elenco degli elementi traccia sono contenuti nella dieta e nell'ambiente in genere sotto forma di sali difficilmente solubili, quindi poco assorbibili, per cui la maggior parte della quota ingerita viene escreta senza essere assorbita (e perciò neanche metabolizzata), rendendo così difficile valutare la quota necessaria nella dieta.

Recenti ricerche eseguite su soggetti con gravi lesioni dell'esofago, nutriti perciò attraverso stomie gastriche, dimostrerebbero l'importanza della masticazione nell'assorbimento degli alimenti: probabilmente le molecole sono riconosciute dal sistema nervoso centrale per mezzo delle vie gustative e marcate antigenicamente dalla saliva, in modo da poter essere rapidamente riconosciute, assorbite e metabolizzate. Questo spiega la

necessità di una buona masticazione dei cibi: tutto il cibo deve essere "gustato", riconosciuto e marcato, il cibo non marcato va incontro ad un assorbimento successivo più "casuale".

Comunque, sia l'assorbimento sia il trasporto e lo stoccaggio dei metalli, sono legati alla presenza di carrier specifici o alla presenza di particolari proteine umorali o tissutali, prodotti a livello epatico: il fegato ha così la funzione di controllore dell'omeostasi degli elementi traccia.

Le proteine carrier più note sono la transferrina, la transcobalamina II e la metallotioneina.

La transferrina trasporta il ferro, il cromo, il manganese e lo zinco, creando perciò una competizione nell'assorbimento. La transcobalamina II trasporta il cobalto e la metallotioneina trasporta cadmio, zinco e rame.

Tutti questi elementi sono contenuti nei cereali non raffinati, nella frutta, nei vegetali, nella carne, nei pesci e nei formaggi, ma in dosaggi molto bassi per cui è necessaria l'assunzione di una sufficiente quantità di alimenti per avere la dose giusta di elementi traccia.

L'uso di cibi raffinati rende talora problematico il raggiungimento dei dosaggi ottimali.

Le fonti più ricche in elementi traccia sono: i vegetali (potassio, cromo, nichel), i cereali (rame, selenio), le carni rosse (ferro, rame, molibdeno, vanadio), i molluschi (rame, ferro, arsenico), il latte ed i prodotti caseari (calcio, cobalto, molibdeno), il pesce (selenio e zinco).

Nell'organismo esiste un continuo bilanciamento tra le entrate e le uscite degli oligoelementi in modo da mantenere costante la quota disponibile endocellulare (che è quella importante), variando solo, finché possibile, la parte contenuta nei liquidi extracellulari (tra cui il siero) che funzionano da serbatoi tampone.

Il bilanciamento degli oligoelementi non è limitato alla sola quantità di ciascun elemento, ma è necessario un bilanciamento di un elemento rapportato agli altri oligoelementi secondo rapporti precisi ed interdipendenti, per cui in caso di carenza di un solo elemento possono essere squilibrati i rapporti e le funzioni di molti altri elementi (metallici o meno). L'organismo stesso, in caso di carenza nella dieta dell'elemento necessario ne assume uno simile elettrochimicamente, ma che funzionalmente può avere tutt'altro effetto. Vedi a questo proposito la competizione esistente tra vari metalli che usino per il loro assorbimento e trasporto la transferrina e la metallotioneina. Gli effetti tossici derivati dall'assunzione di questi elementi possono dipendere da una eccessiva assunzione o da una alterata omeostasi.

Occorre però ricordare che in mancanza dell'elemento necessario possono essere assorbiti ed accumulati anche metalli non solo inutili, ma addirittura tossici (mercurio, piombo etc.) con tutte le conseguenze date dalla carenza e dall'intossicazione. Quindi in caso di carenza di qualche oligoelemento è più facile che si verifichi un accumulo dei metalli derivati dalla corrosione delle leghe orali che, salvo casi particolari dovuti quasi esclusivamente agli amalgami di vecchio tipo, rilasciano quantità trascurabili di metalli.

MEDIE DELLE CONCENTRAZIONI DI ALCUNI OLIGOLEMENTI IN ALCUNE  
CLASSI DI ALIMENTI

	cereali	altri vegetali (1)	carne	bacche e noci
MANGANESE	7.00	2.50	0.20	17.00
RAME	2.00	1.20	3.90	14.80
ZINCO	17.70	6.00	30.60	34.00
STRONZIO	3.00	1.90	2.00	60.00
VANADIO	1.10	1.60	-	0.71
COBALTO	0.43	0.14	0.22	0.47
MOLIBDENO	1.79	0.51	4.82	-
SELENIO	0.15	-	0.92	-
MAGNESIO	805.00	307.00	267.00	1970.00

(1) esclusi pesci e molluschi  
da Gilbert 1985

#### ASSORBIMENTO NON ALIMENTARE DI METALLI

Una minima parte viene assorbita attraverso gli alveoli polmonari (ad esempio il piombo derivato dalla combustione della benzina) ed attraverso la cute (alluminio degli antitraspiranti, intossicazioni professionali etc.).

A livello cutaneo i metalli vengono assorbiti come ioni legati a proteine che fanno da vettori.

I metalli costituenti le leghe orali sono da considerarsi in genere non utili se non dannosi o tossici, ad eccezione dei costituenti delle leghe delle leghe non nobili (nichel, cromo, cobalto, molibdeno).

Qualunque lega venga usata per i restauri orali abbiamo corrosione più o meno intensa appena la lega viene posta nell'ambiente orale che costituisce una cella galvanica perfetta, dotata di tutte le caratteristiche necessarie alla corrosione dei metalli e quindi alla liberazione di ioni assorbibili.

Questi ioni vengono liberati dal restauro protesico e vengono assorbiti sia dalla saliva, sia dai tessuti molli circostanti, sia dai tessuti duri del dente (smalto e dentina) ed, attraverso questi, passano alla polpa dentaria e da qui al circolo ematico.

La parte asportata dalla saliva passa nel tubo gastro enterico da cui viene in parte eliminata con le feci, in parte assorbita e trasportata in circolo.

Dal torrente ematico questi ioni vengono trasportati al rene (che mostra sempre un grosso accumulo di ioni metallici) per essere escreti con le urine, una quota minore (circa 10%) viene accumulata in organi bersaglio.

#### ORGANI BERSAGLIO

CADMIO	FEGATO RENE
ORO	FEGATO TESSUTI DURI
MERCURIO	S.N.C.
NICKEL	S.N.C. POLMONE CUTE

## METALLI NON NECESSARI

Anche gli elementi non necessari sono assorbiti per le stesse vie degli oligoelementi e seguono le stesse vie metaboliche: anzi attuano una competizione nei confronti degli elementi utili, spostandoli. Ovviamente il loro inserimento nei cicli metabolici impedisce una corretta esecuzione degli stessi in quanto le reazioni dei vari elementi possono essere anche molto simili, ma non sono sicuramente uguali.

Quindi la competizione avviene sia a livello dei carrier per entrare nell'organismo, sia dei recettori finali di utilizzazione degli elementi.

Spesso perciò, quando si tratta di elementi non tossici, l'accumulo dell'elemento non utile viene evidenziato come carenza dell'elemento necessario che è stato spostato.

Purtroppo ancora per molti metalli non si conoscono né i parametri fisiologici né le funzioni metaboliche né gli effetti tossici, pur essendo utilizzati correntemente in odontoiatria.

Occorre peraltro rilevare come la maggior parte degli effetti tossici dovuti ai metalli che usiamo normalmente in odontoiatria sono stati riscontrati negli addetti alla lavorazione industriale dei metalli o, nel caso dell'oro, ai soggetti sottoposti a crisoterapia per artrite reumatoide.

Nel caso specifico dentale occorre porre l'accento ad un avvelenamento professionale che colpisce il personale odontoiatrico: è l'avvelenamento cronico subclinico da mercurio (idrangirismo) che purtroppo è abbastanza frequente nel personale degli studi odontoiatrici in cui non si usano capsule sigillate di amalgama ed aspirazione ad alta velocità. In Svezia una circolare del Ministero della Sanità sconsiglia di eseguire restauri in amalgama a donne con gravidanza in atto per evitare ipotetici danni al feto.

## CONCLUSIONI

Quanto finora detto mette in evidenza alcuni punti principali:

- 1) non tutti i metalli sono utilizzati dall'organismo per i suoi processi metabolici;
- 2) i metalli utili si comportano come tutti i farmaci: a dosaggi giusti hanno effetto terapeutico, a dosaggi alti hanno effetto tossico, ma difficilmente tali dosaggi vengono rilasciati da una protesi;
- 3) i metalli interagiscono tra loro e debbono esser presenti nell'organismo secondo rapporti corretti;
- 4) i metalli non sono solo quelli presenti nelle protesi, ma anche quelli assunti con la dieta o con i farmaci;
- 5) metalli e non metalli (fluoro, silicio) interagiscono tra loro;
- 6) di alcuni metalli non si conoscono le vie metaboliche né gli effetti sull'organismo;
- 7) alcuni metalli scatenano reazioni allergiche locali o sistemiche;
- 8) la compromissione di un restauro è legata alle condizioni igieniche del paziente;
- 9) la presenza di CORRENTI ELETTRICHE (da polimetallismo e placca batterica) nel cavo orale è sempre pericolosa e va evitata in ogni modo.

Queste considerazioni ci debbono rendere estremamente prudenti nell'uso dei materiali e nella somministrazione dei farmaci e ci debbono consigliare una profonda conoscenza dei complessi fenomeni che avvengono nel nostro organismo e sui quali noi possiamo incidere profondamente con le nostre scelte.

Soprattutto ci debbono convincere definitivamente ad operare a che il paziente attui una scrupolosa igiene orale e congrue norme dietetiche.

DR. MAURIZIO ANDORLINI

Questo excursus, pur non essendo brevissimo, non ha affatto esaurito l'argomento, che è ben più vasto e complesso, ma ha lo scopo di stimolare una ricerca ed un interesse medico verso argomenti troppo spesso lasciati in balia delle leggi del mercato.

**FONTI BIBLIOGRAFICHE**

- 1 -

**CORROSIONE DEI MATERIALI ODONTOIATRICI**

AA.VV.:

ATTI 3 CONGRESSO NAZIONALE 1983 SU: ASPETTI SCIENTIFICI DEI MATERIALI DENTALI E PREVENZIONE.

AA.VV.:

RESEARCH IN DENTAL AND MEDICAL MATERIALS;  
PLENUM PRESS, N.Y.,1969

ANDORLINI M.

LA CORROSIONE DELLE LEGHE ORALI  
QUINTESSENZA INTERNATIONAL; VOL. 3, NUM. 2/3/4; 1986

D.M.:

I PERICOLI DEL NICHEL NELLE LEGHE DENTALI;  
IL DENTISTA MODERNO; 1983,5,48-49

DONALDSON J.A.:

THE USE OF GOLD IN DENTISTRY;  
GOLD BULL;1980,13, (4),160-165

EWERS G.J.; THORNMER M.R.

THE CORROSION OF DENTAL ALLOYS IN THE ORAL ENVIRONMENT  
J.ELECTROANAL.CHEM., LAUSANNE; 118 (1981) 275-290

KNOPS H.,NAWAZ M.,STUMKE M.:

DENTAL GOLD ALLOYS:COMPOSITION, PROPERTIES AND APPLICATIONS;  
GOLD BULL.,1981,14,(2),57-64

LAUB L.W.,STANFORD J.W.:

TARNISH AND CORROSION BEHAVIOR OF DENTAL GOLD ALLOYS;  
GOLD BULL.;1981,14,(1),13-18

LUCHINI RIGATTI L.:

METALLURGIA STOMATOLOGICA;  
ED. BOLLETTINO METALLURGICO, MILANO,1968

MALATESTA L., NALDINI L., SIMONETTA G., CARIATI F.:

THE STEREO CHEMISTRY OF GOLD(I) COMPLEXES;  
COORD.CHEM.REV.;1966,1, 255-262 (OP.CIT)

MASON P.N., ZULIANI G.C., FAVERO G.A.:

IL CONTENUTO IN MERCURIO DELLE URINE DI MEDICI DENTISTI E DEL  
LORO PERSONALE INFERMIERISTICO.INDAGINE CLINICO STATISTICA;

G.STOMAT.E ORTOGNATOD.,1983,1,77-79

MC CAMMON C.S.JR.,WOODFIN J.W.:  
EVALUATION OF MERCURY VAPOUR MONITORS;  
AM.IND.HYG.ASSOC.J.;1977,38,378-386

MC NERNEY J.J.,BUSEK P.R.:  
DETECTION OF MERCURY VAPOUR;  
GOLD BULL. 1973,6,(4),106-107

MUSAJO F.ET AL.:  
VALUTAZIONE SPERIMENTALE DELLA TOSSICITÀ DELLA LIMATURA DI  
AMALGAMA  
DENTAL CADMOS,1983,11,49-53

RAPSON W. S.:  
EFFECTS OS BIOLOGICAL SYSTEMS ON METALLIC GOLD, ITS DISSOLUTION  
BY ORGANIC SUBSTANCES OF NATURAL ORIGIN.  
GOLD BULL.,1982,15,(1),19-20

RAPSON W.S.:  
SKIN CONTACT WITH GOLD AND GOLD ALLOYS:EFFECTS AND POSSIBLE  
CAUSES OF BLACK DERMOGRAPHISM AND METAL SMUDGE;  
GOLD BULL,1984,17,(3),102-108

SARKAR N.K.,FUYS R.A.JR.,STANFORD J.W.:  
THE CHLORIDE CORROSION OF LOW CASTING ALLOYS;  
J.DENT.RES.;1979,58,(2),568-575

VAIDYANATHAN T.K.,PRASAD A.:  
CORROSION AND TARNISH CHARACTERISTICS OF TYPICAL DENTAL GOLD ALLOYS  
J.BIOMED.MATER.RES.;1981,15,(2),  
191-201

VON FRAUNHOFER J.A.:  
LA CORROSIONE DELL'AMALGAMA;  
DENTAL CADMOS, 2-1980

BERRA B.  
NUTRIZIONE  
DOCTOR, 15/1/1987

BROCK J.H.  
RUOLO DEL FERRO NELL'EVOLUZIONE DEI PROCESSI INFETTIVI  
BRIT.MED.J.; ED.ITAL. VOL.6/GENN.1987

COLLINS A.J.  
GOLD TREATMENT FOR REUMATOID ARTHRITIS: REASSURANCE ON  
PROTEINURIA  
BRIT.MED.J.;1987;295;739-740

FRANCALACCI P.:  
A TAVOLA CON GLI ELEMENTI;  
FED.MED.; XL, 7,1987

GIANNÌ E.; FARRONATO G.P.; BARDELLINI B.; PRETE F.  
FENOMENI TOSSICO-ALLERGICI CORRELATI ALL'USO DI APPARECCHIATURE  
ORTODONTICHE  
MONDO ORTODONTICO; 4/1986

GILBERT R.I. :  
THE ANALYSIS OF THE PREISTORIC DIETS;  
ACADEMIC PRESS 1985 (op.cit.)

HALL C.L.; MAC IVER A.G. ET AL.  
THE NATURAL COURSE OF GOLD NEPHROPATHY: LONG TERM STUDY OF 21  
PATIENTS  
BRIT.MED,J; 1987;295;745-747

HIGBY G.J.:  
GOLD IN MEDICINE;  
GOLD BULL.;1982,15,(4),130-140

HILDEBRAND H.F.  
EFFETTI BIOLOGICI DELLE LEGHE DENTALI  
IL NUOVO LABORATORIO ODONTOTECNICO; A.3, N.4, APRILE 1987

HILDEBRAND H.F.;DECAESTECKER A.M.; VERON C.  
L'ORO: TOLLERABILITÀ E BIOCOMPATIBILITÀ  
PROTESOR ITALIA - MILANO

HILDEBRAND M.F.

CONSEGUENZE BIOLOGICHE DELLA PRESENZA DI IONI NEL CAVO ORALE  
REVUE D'ODONTOSTOMATOLOGIE, TOME XIII, N.1,1984

MENICUCCI G.F.

UNA GARANZIA! QUALE GARANZIA?

IL NUOVO LABORATORIO ODONTOTECNICO, A.3, N.4, APRILE 1987

PASSI P.; PERIN G.

L'APPROCCIO DIAGNOSTICO ALL'ALLERGIA DA MATERIALI DENTALI;

G.STOM.E ORTOGNATOD.,1984,3,2,237-241

.pa

PIHLEEIT TH.,LEGRUM W.

SULLA TOSSICITÀ DEL PALLADIO

DTSCH. ZAHNARZTL.Z.;41;1257,1987

RAPELLI S.

PRINCIPI PER UNA CORRETTA ALIMENTAZIONE

SOHN - TORINO, 1988

SERI S.; COCCHI M.

NUTRIZIONE IN ODONTOIATRIA

MASSON ED. MILANO 1985

WALTER D.S.

APPLIED KINESIOLOGY: THE ADVANCED APPROACH TO CHIROPRACTIC  
SYSTEMS D.C., PUEBLO (COLORADO)