



Odontoiatria restaurativa biomimetica – Volume 1

Fondamenti e procedure cliniche essenziali

ISBN: 978-88-7492-094-5



© 2023 Quintessenza Edizioni

Quintessenza Edizioni S.r.l.
Via Ciro Menotti, 65 - 20017 Rho (MI) Italia
Tel.: +39.02.93.18.08.21
Fax: +39.02.93.18.61.59
E-mail: info@quintessenzaedizioni.it
www.quintessenzaedizioni.com

Traduzione a cura di:
Dott.ssa Francesca Zicari, DDS, MS, PhD
Odontoiatra specialista in Odontoiatria Restaurativa,
Master in Odontoiatria Protesica,
PhD in Biomedical Science, Restorative Dentistry
(Ku-Leuven, Belgium)

Tutti i diritti sono riservati

Il libro e ogni sua parte sono coperti da copyright. Ogni utilizzo o commercializzazione al di fuori dei limiti del copyright, senza il consenso dell'editore, è illegale e soggetto a procedimento giudiziario. Questo vale in particolare per riproduzioni fotostatiche, copie, circolari, duplicazioni, traduzioni, microfilm, elaborazioni elettroniche e raccolta di dati.

Stampato in EU

ODONTOIATRIA RESTAURATIVA BIOMIMETICA



VOLUME 1

Fondamenti e procedure cliniche essenziali

Pascal Magne, PD, DR MED DENT

Urs Belser, DMD, PROF, DR MED DENT



QUINTESSENCE PUBLISHING

Berlin | Chicago | Tokyo

Barcelona | London | Milan | Mexico City | Paris | Prague | Seoul | Warsaw

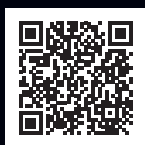
Beijing | Istanbul | Sao Paulo | Zagreb

Copyright by QUINTESSENZA EDIZIONI s.r.l. Tutti i diritti sono riservati.
È severamente vietata ogni tipo di riproduzione, copia, duplicazione, traduzione e trasmissione elettronica.

PASCAL MAGNE

Il Dottor Pascal Magne è Professore Ordinario e Professore di Odontoiatria Estetica alla Don and Sybil Harrington Foundation presso il Dipartimento di Odontoiatria Restaurativa della University of Southern Herman Ostrow School of Dentistry in Los Angeles. Si è laureato in "Médecine dentaire" presso la Facoltà di Odontoiatria dell'Università di Ginevra in Svizzera nel 1989. Nel 1992 ha conseguito il Dottorato di ricerca e nel 2002 il diploma di Privat Docent. Il Dott. Magne ha proseguito la sua formazione post-laurea in protesi fissa ed occlusione, odontoiatria conservativa ed endodonzia. È stato Lecturer nella stessa Università dal 1989 al 1997. Dal 1997 al 1999 è stato Visiting Associate Professor presso il Centro di Ricerca Odontoiatrica per Biomateriali e Biomeccanica del Minnesota presso la Facoltà di Odontoiatria dell'Università del Minnesota. Dopo due anni di ricerca, il Dott. Magne è tornato alla Facoltà di Odontoiatria dell'Università di Ginevra, nella posizione di Senior Lecturer presso il Dipartimento di Protesi Fissa e Occlusione finché, nel Febbraio 2004, è stato assunto dalla University of Southern California. Ha ricevuto numerosi riconoscimenti dalla Fondazione

Scientifica Svizzera e dalla Fondazione Svizzera per borse di studio in Medicina e Biologia; ha ricevuto il premio "Young Investigator Award" nel 2002 dalla International Association for Dental Research (IADR) e il premio "Judson C. Hickey Scientific Writing Awards" nel 2007, 2009 e nel 2018 (per la migliore ricerca clinica dell'anno pubblicata su *Journal of Prosthetic Dentistry*). Ha anche ricevuto il "Distinguished Lecturer Award" del Greater New York Academy of Prosthodontics nel 2016. Il Dott. Magne è autore di numerosi articoli clinici e di ricerca sull'odontoiatria estetica e adesiva ed è riconosciuto a livello mondiale come mentore e Lecturer su questi temi. La prima edizione di questo testo è stata tradotta in 12 lingue ed è considerata uno dei più eccezionali libri nel campo dell'odontoiatria adesiva ed estetica. Il Dott. Magne è membro fondatore della Accademia dell'Odontoiatria Biomimetica e un mentore del gruppo di esperti di Bio-Emulation. Nel 2012 ha proposto un approccio rivoluzionario nell'insegnamento della morfologia, della funzione e dell'estetica dentale (approccio 2D, 3D, 4D) per gli studenti del primo anno della Herman Ostrow School of Dentistry alla USC.



← All'interno del libro sono inseriti numerosi codici QR che possono essere scansionati per accedere a video esclusivi di approfondimento delle tecniche e dei concetti illustrati. I contenuti saranno aggiornati quando sarà disponibile nuovo materiale didattico.

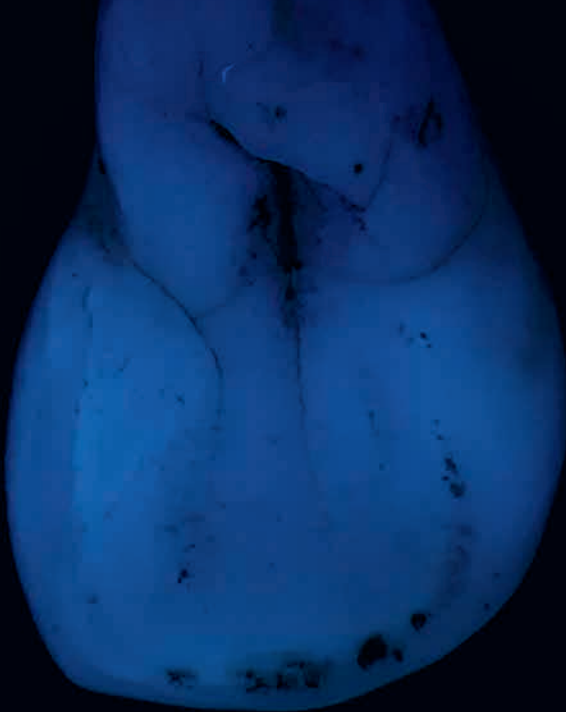
URS BELSER

Il Prof. Urs Belser si è laureato presso la Scuola di Odontoiatria dell'Università di Zurigo in Svizzera, ha proseguito gli studi post-laurea in Odontoiatria Restaurativa (Board-certified specialist) presso l'Università di Zurigo ed è stato Assistant Professor e Senior Lecturer presso il Dipartimento di Protesi Fissa e Materiali Dentali dell'Università di Zurigo (Prof. Dr. Peter Schärer, MS) dal 1976 al 1980. È stato Visiting Assistant Professor dal 1980 al 1982 presso i Dipartimenti di Biologia Orale (Prof. Dr. A.G. Hannam) e di Scienze Odontoiatriche (Prof. Dr. W. A. Richter), presso la Facoltà di Odontoiatria della University of British Columbia in Canada. Tra il 1983 e il 2012, il Prof. Belser è stato Professore e Direttore del Dipartimento di Protesi Fissa e Occlusione della Scuola di Odontoiatria dell'Università di Ginevra, e Presidente dell'Associazione Svizzera di Odontoiatria Restaurativa dal 1984 al 1988. È stato vincitore del premio "Scientific Research Award" della Greater New York Academy of Prosthodontics nel 2002, Presidente della European Association of Prosthodontics (EPA) dal 2002 al 2003,

e Visiting Professor alla Harvard University presso il Dipartimento di Odontoiatria Restaurativa e Scienze dei Biomateriali (Prof. Dr. P. Weber) nel 2006. Dal 2012 è stato Guest Professor presso il Dipartimento di Chirurgia Orale (Prof. Dr. D. Buser) e presso il Dipartimento di Odontoiatria Restaurativa (Prof. Dr. Urs Braegger) della School of Dental Medicine dell'Università di Berna. Nel 2013 è diventato Honorary Fellow dell'International Team of Implantology (ITI). È stato tra il 2013 e il 2017 editor-in-chief del *Forum Implantologicum* (ITI), e nel 2014 è stato insignito del titolo di Socio Onorario a vita dell'American College of Prosthodontists (ACP) e ha ricevuto il premio "Lecturer of the Year Award".

Nel 2018 ha vinto il premio Morton Amsterdam Interdisciplinary Teaching Award (insieme al Prof. Dr. D. Buser).

La sua attività di ricerca è focalizzata sull'Odontoiatria Implantare, con particolare riguardo all'estetica e ai più recenti sviluppi delle tecnologie CAD/CAM, alle ceramiche dentali, e all'odontoiatria restaurativa adesiva.



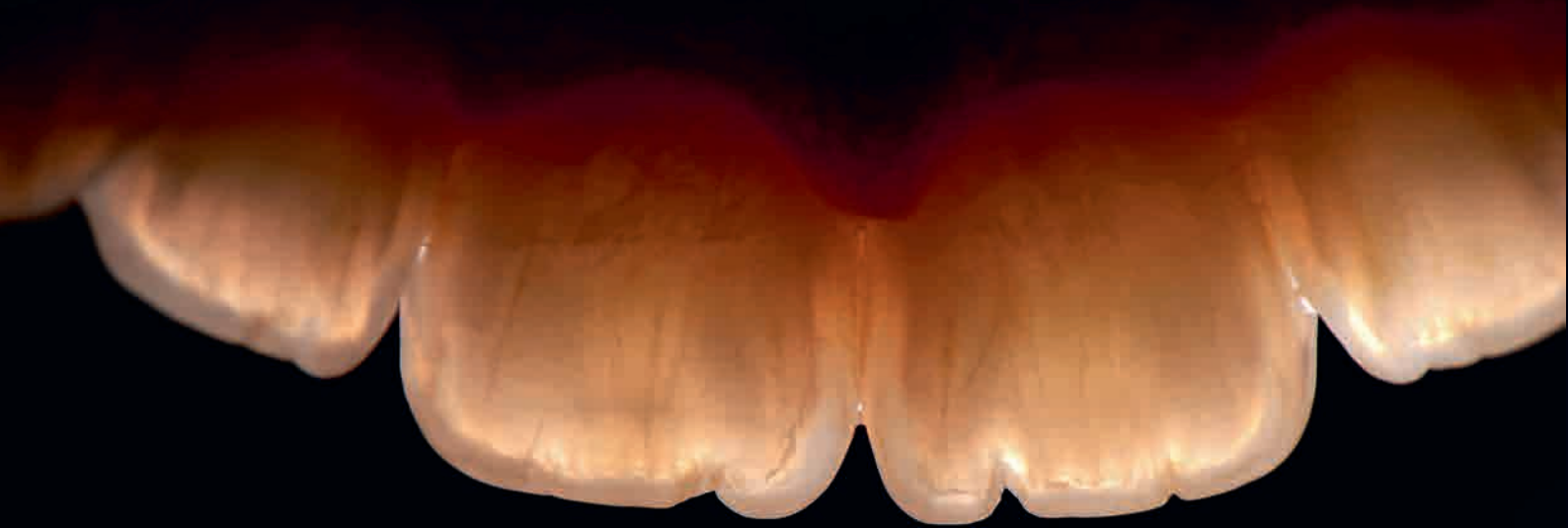


I principi innovativi dell'odontoiatria restaurativa biomimetica (BRD, Biomimetic Restorative Dentistry) offrono la possibilità di ristabilire l'integrità biomeccanica, strutturale ed estetica dei denti con estremo rispetto delle strutture biologiche (polpa e tessuto parodontale). Le tecniche adesive costituiscono la pietra angolare della BRD, e i nuovi design restaurativi sono straordinari elementi di questo innovativo approccio restaurativo. Le indicazioni per i restauri adesivi sono state estese a situazioni di grave compromissione dentale, quali denti gravemente fratturati, fratture coronali, e denti trattati endodonticamente. Di conseguenza, considerevoli miglioramenti sono stati ottenuti sia a livello medico-biologico che socioeconomico: maggiore è la quantità di tessuto sano preservata, maggiore è la possibilità di preservare la vitalità del dente; inoltre, il trattamento è meno costoso della tradizionale e più invasiva protesi fissa.



La BRD offre soluzioni restaurative che soddisfano le necessità funzionali ed estetiche degli elementi anteriori e posteriori. Una vasta gamma di tecniche restaurative, dagli approcci diretti ai semi-(in)diretti e indiretti, sono disponibili per soddisfare le esigenze specifiche di ogni singolo paziente. Grazie all'uso congiunto delle ceramiche e delle resine composite di rigidità adeguata, alle loro proprietà superficiali, alle caratteristiche di usura e alla resistenza biomeccanica ottenuta grazie ad un'adesione ottimale, la corona nel suo complesso è capace di supportare le funzioni masticatorie. Allo stesso modo, gli effetti ottici intrinseci del dente e le caratteristiche naturali delle resine composite e delle ceramiche fanno sì che questo approccio restaurativo garantisca la massima soddisfazione estetica sia per il clinico che per il paziente.

Osserva la natura...



Non opera umana, non d'ispirazione umana, bensì disegno divino...



... emulato fedelmente.

DEDICA

A mia moglie, Geibi, e ai miei figli, Erine e Santiago, i doni più preziosi ricevuti da Dio nella mia vita. A mio fratello Michel, che io amo profondamente e che ha condiviso e portato alla luce la sua passione per Dio, per l'odontoiatria e per la tecnologia odontotecnica. A mia sorella, Marina, suo marito, e ai miei nipoti, che sono stati sempre presenti nonostante la distanza fisica che ci separa. Alle mie nipoti, anche loro lontane ma sempre presenti nel mio cuore. In memoria di mia madre, Agnès, che ci fu portata via dal cancro troppo presto e a mio padre, Albin, che mi ha supportato e incoraggiato in tutte le situazioni.

PM

In memoria di mia madre, Heidi, e mio padre, Theodor. A mia moglie, Christine, per il suo incessante supporto e pazienza. Ai miei figli, Marc e Michèle, e ai miei nipoti.

UB



Ginevra, 2018

Come il ferro forbisce il ferro, così un uomo forbisce un altro uomo. Proverbi 27:17

INDICE

VOLUME 1

Prefazione, William H. Douglas xiv

Prefazione, Panaghiotis K. Bazos xv

Introduzione xvii

I quattro elementi xx

Galleria xxiv

1

Comprendere il dente naturale integro e il principio biomimetico 1

- 1.1 Biologia, meccanica, funzione ed estetica 2
- 1.2 Compliance ideale e flessibilità 4
- 1.3 Morfologia razionale del dente anteriore 6
- 1.4 Morfologia razionale del dente posteriore 8
- 1.5 Meccanica e geometria durante la funzione 10
- 1.6 Crack fisiologici dello smalto e giunzione smalto-dentina (DEJ) 20
- 1.7 Invecchiamento naturale del dente e assottigliamento dello smalto 28
- 1.8 Biomimetica applicata alla meccanica 36
- 1.9 Copiare vs emulare la natura 52
- 1.10 Restauri biomimetici su impianti 54

2

Progettazione del sorriso naturale 67

- 2.1 Considerazioni generali 68
- 2.2 Criteri fondamentali 72
- 2.3 Integrazione estetica e armonia del sorriso 132
- 2.4 Morfologia dei denti posteriori 144
- 2.5 Step didattici per apprendere la morfologia dentale 178
- 2.6 Modelli di disegno 184

3 Opzioni di trattamento ultra-conservative 233

- 3.1 Trattamenti chimici e biomimetica 234
- 3.2 Sbiancamento dei denti vitali con mascherina notturna (NGVB) 236
- 3.3 Microabrasione e megabrasione 250
- 3.4 Remineralizzazione e infiltrazione della resina 254
- 3.5 Sbiancamento dei denti non vitali con tecnica "walking bleach" 258
- 3.6 Reincollaggio di un frammento dentale 272
- 3.7 Materiali e strumentario per il restauro adesivo 278
- 3.8 Restauri diretti nei denti anteriori 308
- 3.9 Considerazioni sui restauri diretti nei denti posteriori 340
- 3.10 Deep Margin Elevation (DME, rilocalazione del margine cervicale) 358

4 Approcci semi-(in)diretti nei settori anteriori e posteriori 379

- 4.1 Prospettiva storica e classificazione 380
- 4.2 L'era del CAD/CAM chairside 386
- 4.3 Restauri posteriori CAD/CAM 388
- 4.4 Immediate Dentin Sealing (IDS, sigillatura immediata della dentina) 400
- 4.5 Il restauro CAD/CAM naturale 412
- 4.6 Endocrown e assemblaggi CAD/CAM 414
- 4.7 Cementazione adesiva nei denti posteriori 416
- 4.8 Restauri anteriori CAD/CAM 424

Indice analitico

VOLUME 2

5 Piano di trattamento estetico e approccio diagnostico 447

- 5.1 Interazione tra clinico, paziente e laboratorio 448
- 5.2 Management del paziente 450
- 5.3 Photoshop Smile Design 452
- 5.4 Piano di trattamento e terapia iniziale 454
- 5.5 Wax-up diagnostico step-by-step 460
- 5.6 Mock-up diagnostico 478
- 5.7 Casi particolari 489
- 5.8 Biocorrosione, usura e occlusioni strette 514
- 5.9 Principi fondamentali della fotografia digitale in odontoiatria 542
- 5.10 Documentazione e comunicazione del colore 548

6

Restauri adesivi indiretti anteriori in ceramica 565

- 6.1 Cenni storici e classificazione delle indicazioni 566
- 6.2 Tipo I: denti resistenti allo sbiancamento 570
- 6.3 Tipo II: modifiche di forma maggiori 574
- 6.4 Tipo III: restauri estesi negli adulti 588
- 6.5 Indicazioni miste 606
- 6.6 Tipi IV e V: corone totali ed endocrown 608
- 6.7 Considerazioni biologiche 612
- 6.8 Prospettive per le faccette occlusali nei settori posteriori 616
- 6.9 Principi della preparazione dentale 620
- 6.10 Impronte definitive 666
- 6.11 Restauri provvisori 672
- 6.12 Procedure di laboratorio 682
- 6.13 Try-in e procedure della cementazione adesiva 730

7

Mantenimento e tecniche di riparazione avanzate 769

- 7.1 BPR: massima performance, minimo mantenimento 770
- 7.2 Igiene professionale periodica 772
- 7.3 Complicanze e riparazioni 776
- 7.4 Infiltrazione dei crack post-adesione 790
- 7.5 Sostituzione di restauri in composito di III Classe 796
contigui ai BPR

$\alpha\Omega$

L'intera storia: da la Chaux-de-Fonds a Los Angeles 801

- $\alpha\Omega.1$ Le prime sfide: porre le basi 802
- $\alpha\Omega.2$ I primi anni della vita accademica e i fratelli 804
- $\alpha\Omega.3$ Toccato da Dio 806
- $\alpha\Omega.4$ L'esperienza in Minnesota 811
- $\alpha\Omega.5$ Da Ginevra a Los Angeles 813

Indice analitico

PREFAZIONE

È con grande piacere che scrivo la prefazione al libro del Dr. Magne e del Prof. Belser, libro che eleva la scienza della odontoiatria restaurativa estetica ad un nuovo livello sia clinico che accademico. Il Dr. Magne ha trascorso due anni in qualità di Visiting Associate Professor presso il Centro del Minnesota per la Ricerca Dentale sui Biomateriali e la Biomeccanica dell'Università del Minnesota (MDRCBB), dove molte delle idee pubblicate in questo libro sono state dibattute con fervore, messe a punto e testate attraverso simulazioni e modelli sperimentali. In questo libro il clinico troverà tutto ciò di cui ha bisogno in termini di indicazioni e di descrizione delle classiche procedure cliniche per la preparazione del dente, delle procedure di laboratorio, delle procedure CAD/CAM, delle procedure di cementazione adesiva e dei protocolli di mantenimento. Coloro che hanno ascoltato le conferenze del Dr. Magne non saranno delusi. Infatti, troveranno in questo libro molto di più di quanto possa essere considerato appagante sia dal punto di vista pratico che filosofico-intellettuale.

Il nucleo della filosofia del libro è il principio biomimetico, secondo cui il dente integro con le sue tinte e croma ideali e forse, ancora più importante, con la sua anatomia intracoronale e la sua posizione nell'arcata dentale, rappresenta

la guida ideale per il restauro e per il successo. L'approccio è fondamentalmente conservativo e rispettoso della biologia. Ciò è in netto contrasto con la tecnica delle corone in metallo-ceramica, in cui la fusione in metallo a causa del suo elevato modulo elastico rende la dentina sottostante ipofunzionale. L'obiettivo dell'approccio degli autori è di riportare tutti i tessuti dentali preparati alla loro piena funzionalità, creando un'adesione al tessuto duro che permetta alle sollecitazioni funzionali di essere dissipate attraverso il dente, coinvolgendo l'intera corona nel risultato estetico finale.

Mi auguro che questa nuova edizione del libro possa ottenere l'interesse di molti lettori e che i suoi principi possano essere studiati con attenzione e pienamente riconosciuti nell'ambito dell'insegnamento e della ricerca così come d'obbligo nella pratica odontoiatrica restaurativa.

William H. Douglas, BDS, MS, PhD

Former Director, Minnesota Dental Research
Center for Biomaterials and Biomechanics
Former Chair, Department of Oral Science,
University of Minnesota
Professor Emeritus, School of Dentistry,
University of Minnesota
Minneapolis, Minnesota



Minneapolis, 1998



PREFAZIONE

Nell'odierna cultura dominata dai media (h24) ognuno cerca di diventare un esperto, ma non tutti realizzano ciò che è effettivamente necessario per raggiungere il livello di un maestro. La vera maestria richiede un'enorme quantità di lavoro, tenacia e perseveranza. Richiede tempo e disciplina. Richiede forza d'animo e impegno. Implica ostacoli e fallimenti.

Dal 2005 al 2007 quando insegnavo al fianco di Michel Magne e del Dr. Pascal Magne alla USC Herman Ostrow School of Dentistry, io fui testimone della maestria fatta persona nella ricerca dell'eccellenza. Niente era lasciato al caso, dall'attrezzatura specialistica utilizzata in modo da testare le sue ipotesi di ricerca agli sviluppi portati avanti dai suoi talentuosi studenti post-doc, all'ottimizzazione continua dei protocolli che avrebbero reso capace la comunità odontoiatrica di conseguire la più alta qualità di lavoro per i loro pazienti.

Dall'inizio e durante gli anni Pascal è diventato uno stimato mentore e un caro amico, e sempre resterà per me un illustre collega. L'autenticità del suo approccio didattico abbinato alle sue metodologie cliniche e al buon senso ha ispirato una nuova generazione di dentisti restauratori motivati dalle tecniche adesive ad esplorare

ulteriormente la scienza e l'arte dell'odontoiatria così da bioemulare fedelmente la natura.

Un eclettico in ogni senso, Pascal Magne ha l'indole dell'architetto periorale e contemporaneamente la capacità di operare come un ingegnere intraorale. Stupirsi, interrogarsi e tentare di decodificare il progetto divino del nostro Creatore è diventata la sua passione, la sua vocazione, la sua missione. Inoltre, la semplicità e la profondità del suo messaggio sono di osservare e preservare l'armonia delle strutture dentali e, soltanto quando assolutamente necessario, intervenire con estremo rispetto e attenzione sui substrati dei denti naturali, utilizzando principi biomimetici e biomateriali restaurativi analoghi, così da preservare al massimo e rinforzare le strutture dentali sane residue.

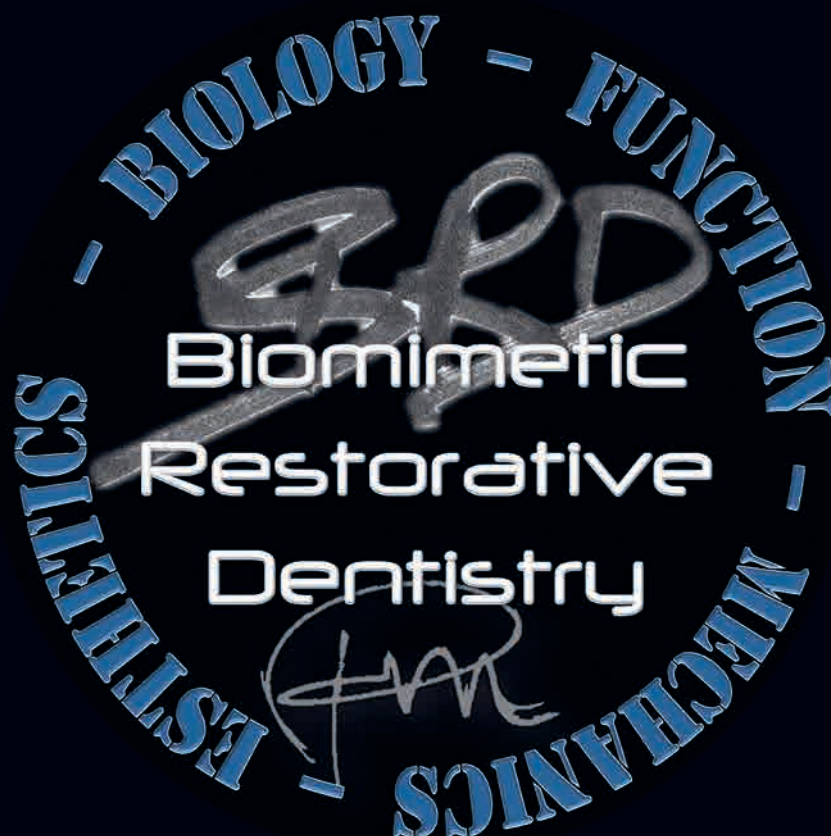
Innanzitutto non bisogna arrecare danni ai tessuti, quindi cercare di prevenirli ad ogni costo.

Panagiotis K. Bazos, DDS, MClinDent Orthodontics, MOrth RCS (Edin.)

Founder and CEO, Bio-Emulation
Private Practice in Restorative
Dentistry and Orthodontics
Aigio, Grecia

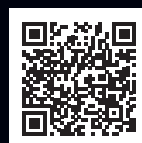


Los Angeles, 2007

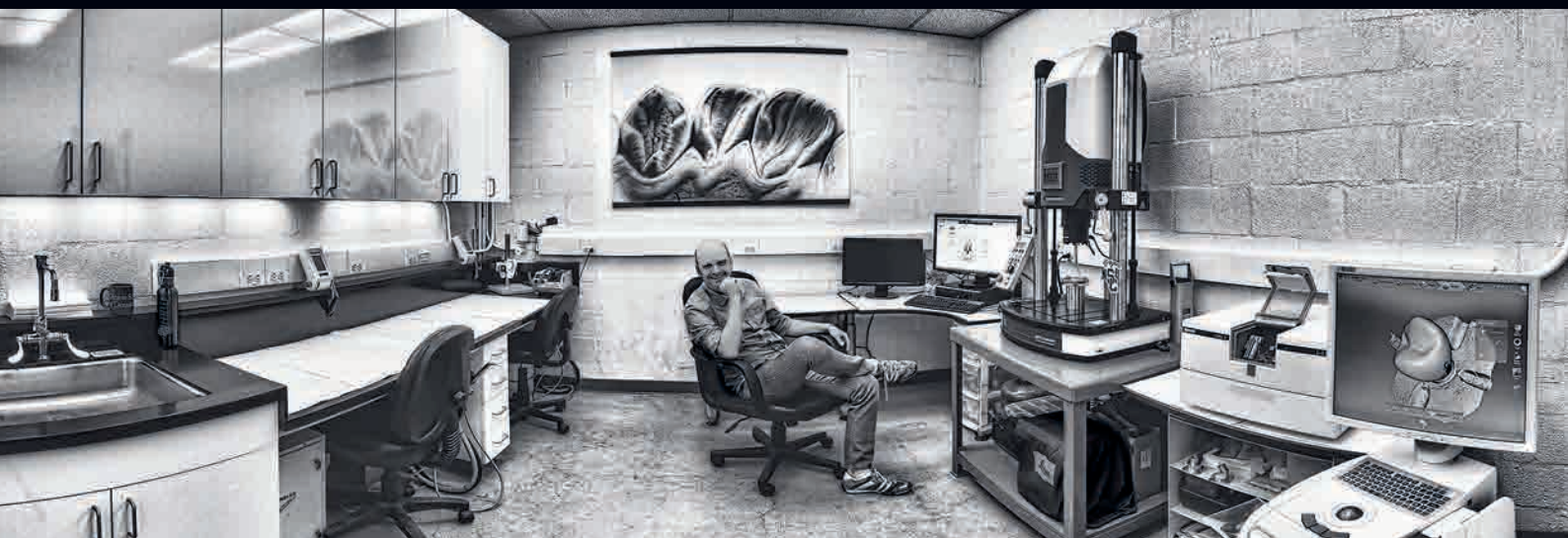


La BRD ha dato vita a una nuova generazione di odontoiatri e odontotecnici virtuosi, meticolosi ed entusiasti di portare avanti ulteriormente il concetto di “Bio-emulation” approfondendo la comprensione dell’archetipo del dente naturale. Il movimento di Bio-emulation è stato il meraviglioso frutto di un’impresa faticosa. Se esiste una sola parola che rende le persone creative diverse dalle altre, quella parola è *semplicità*. Molte menti che sono interconnesse da un’unica mentalità

universale che permette la condivisione dell’esperienza collettiva e della tacita conoscenza, scambiandosi liberamente idee e concettualizzazioni. Uno speciale apprezzamento va al mio fellow Bio-Emulator, stimato collega e caro amico, Dr. Javier Tapia-Guadix (Madrid, Spagna), uno dei più stimolanti e fondamentali membri del gruppo. La sua stupefacente creatività e l’innegabile talento in CGI e le sue affascinanti animazioni sono in bella vista nei capitoli 1 e 2.



INTRODUZIONE



Le innovazioni più stimolanti in odontoiatria sono nate nell'ultimo decennio. L'implantologia digitalmente guidata, le tecniche di rigenerazione tissutale guidate, l'odontoiatria restaurativa adesiva e i restauri CAD/CAM rappresentano aree strategiche di crescita sia nel campo della ricerca che nella pratica clinica. Tuttavia, i numerosi progressi nell'ambito dei materiali dentali e della tecnologia hanno generato anche una pletora di prodotti odontoiatrici reperibili sul mercato. Clinici e odontotecnici devono affrontare scelte difficili, dal momento che il numero delle modalità di trattamento e strumenti tecnologici è in costante crescita. Inoltre, gli sviluppi tecnologici non sempre semplificano la tecnica o riducono i costi dei trattamenti. È necessario che la prudenza e la saggezza siano combinate con la conoscenza e col progresso quando si tratta di migliorare il benessere dei nostri pazienti. In questo contesto confuso nessuno potrà contestare la necessità di alternative meno costose agli attuali trattamenti, soddisfacenti e razionali. La soluzione giunge da una scienza dei biomateriali interdisciplinare

definita "*biomimetica*".¹ Questo concetto della ricerca medica comprende lo studio della struttura e della funzione fisica dei "compositi" biologici e la progettazione di sostituti nuovi e avanzati. La biomimetica nell'odontoiatria ha una crescente rilevanza. Il significato primario in odontoiatria è relativo al trattamento del materiale in modo che sia simile a quello della cavità orale, quale la calcificazione di un precursore di un tessuto molle. Il significato secondario fa riferimento alla simulazione o al recupero della biomeccanica del dente originale per mezzo del restauro. Questo, ovviamente, è l'obiettivo dell'odontoiatria restaurativa.

In odontoiatria, varie discipline nell'ambito della ricerca si sono sviluppate con lo scopo di imitare le strutture orali. Tuttavia, questo principio nascente è applicato principalmente a livello molecolare, con lo scopo di migliorare la guarigione delle ferite, la riparazione e la rigenerazione dei tessuti molli e duri.^{2,3} Quando estesa a un livello macro-strutturale, la biomimetica può avere applicazioni innovative nell'ambito dell'odontoiatria restaurativa. Restaurare o simulare

l'integrità biomeccanica, strutturale ed estetica dei denti rappresenta la forza motrice di questo processo. Quindi l'obiettivo di questo libro è di proporre nuovi criteri per l'odontoiatria restaurativa estetica basata sulla biomimetica.

La biomimetica in odontoiatria restaurativa comincia con la comprensione della struttura dei tessuti duri e la relativa distribuzione degli stress nel dente integro, che è il focus del capitolo di apertura di questo libro. Segue immediatamente una revisione sistematica dei parametri relativi alla naturale estetica della bocca. Poiché le forze trainanti dell'odontoiatria restaurativa sono il mantenimento della vitalità dentale e la massima conservazione dei tessuti duri, i successivi capitoli descrivono le opzioni del trattamento ultraconservativo (e gli strumenti necessari) che possono precedere un trattamento più sofisticato. Il Volume 1 si conclude con la descrizione degli approcci semi-(in)diretti; queste tecniche possono essere prese in considerazione quando le tecniche dirette sono ardue da eseguire (es., restauri molto ampi con margini cervicali in dentina) e quando i costi delle tecniche indirette non sono giustificati o semplicemente non sostenibili dal paziente.

Il nucleo del Volume 2 del libro è incentrato sull'applicazione del principio biomimetico nella forma dei restauri adesivi indiretti anteriori in ceramica usando resine composite e ceramiche. Viene descritto l'ampio spettro di indicazioni per restauri adesivi indiretti anteriori in ceramica, preceduto da una dettagliata descrizione del piano di trattamento e dell'approccio diagnostico, che è il primo passo per affrontare ogni caso. I trattamenti sono descritti step-by-step nei due volumi del libro, comprese la preparazione dentale e le tecniche di impronta, le procedure di laboratorio e le tecniche CAD/CAM, relative alla realizzazione dei manufatti in resina composita e ceramica, e le procedure di cementazione adesiva. Sono incluse anche le tecniche CAD/CAM, in quanto strumenti adeguati al conseguimento del principio biomimetico. Il Volume 2 termina con una discussione sui follow-up, sul mantenimento e sulla riparazione dei restauri adesivi.

Ringraziamenti

Dovremmo sempre ricordare che l'elemento chiave per un restauro di successo e predicibile è il lavoro di squadra, e un ingrediente essenziale per il lavoro di squadra è l'umiltà, ovvero considerare gli altri migliori di noi stessi. Dobbiamo cercare di essere al servizio gli uni degli altri piuttosto che aspettarci di essere serviti. Io non sarei stato in grado di portare a compimento questo lavoro senza la preziosa collaborazione di altri dentisti, odontotecnici, specialisti e ricercatori, tutti citati di seguito.

Nel 2003 il Dr. Harold Slavkin, in qualità di Direttore, insieme al Dr. Cheryl Sheets mi aveva reclutato per il suo progetto all'University of Southern California (USC), dando così il via al nostro viaggio verso gli Stati Uniti nel 2004. I numerosi studenti in visita presso il mio laboratorio di ricerca come pure tutti gli studenti laureati in odontoiatria hanno illuminato le mie quotidiane attività accademiche. Sono stati una costante fonte di aria nuova e fonte di ossigeno nella mia vita alla USC. I nostri lavori di ricerca sono stati possibili grazie ai doni incondizionati dei vari colleghi, in particolare del Dr. Parto Ghadimi. Voglio anche ringraziare tutte le aziende che hanno fornito i loro materiali necessari per la ricerca incondizionatamente.

Numerosi ceramisti e laboratori sono stati fonte di ispirazione e hanno offerto il loro supporto in un modo o in un altro. Particolari ringraziamenti vanno a Willi Geller, Klaus Mütterthies, Claude Sieber, Enrico Steiger, Naoki Hayashi, Sascha Hein, August Bruguera, Giuseppe Romeo, Milos Miladinov, e tra gli altri Sam Alawie.

Uno dei momenti più memorabili del mio viaggio è stato l'essere stato testimone della nascita dell'Accademia di Odontoiatria Biomimetica con il Dr. David Alleman come anche del gruppo di Bio-Emulation con il Dr. Panagiotis Bazos, Javier Tapia Guadix e Gianfranco Politano.

I loro membri sono stati fondamentali nello stimolare la mia mente e superare i confini della mia creatività.

Mi ritengo fortunato di essere stato allievo del Prof. Urs Belser; il suo insegnamento e la sua guida sono stati di inestimabile valore per me e il suo supporto sempre incondizionato. Ho appreso lezioni di vita grazie a lui. Egli è il mio primo mentore.

Estendo la mia infinita riconoscenza a mio fratello, Michel Magne, odontotecnico (MDT), mio secondo mentore, per i suoi significativi contributi al capitolo sulle procedure di laboratorio e per il suo talento dimostrato nel realizzare i restauri in ceramica della maggior parte dei casi illustrati in questo libro. La nostra fraterna "adesione" può essere paragonata alla adesione perfetta resina-ceramica che ha superato le numerose tempeste della vita. La nostra sinergia è anche quella di un restauro adesivo in ceramica perfettamente cementato: "Michel, delicato e fragile come la ceramica ma forte una volta cementata. Pascal più resiliente come la resina composita ma resa bella dalle abilità di Michel."

Ringraziamenti speciali vanno ai Dr. William Douglas, mio terzo mentore, ma anche ai Dr. Ralph DeLong, Maria Pintado, Antheunis Versluis, e Thomas Koriath dell'Università del Minnesota per il loro aiuto e l'amicizia dimostratami durante i miei due anni di soggiorno di ricerca, che mi ha portato al mio PhD. Essi hanno ampliato la mia visione e la mia conoscenza della ricerca scientifica riguardante i biomateriali e la biomeccanica.

Ringrazio anche i miei preziosi studenti e pazienti, che hanno direttamente contribuito alla realizzazione di questo libro, e i liberi professionisti che mi hanno donato i denti estratti per le ricerche e le illustrazioni.



Pascal Magne

Ringraziamenti speciali vanno a Mr. William Hartman e al team di Quintessence Publishing Chicago – Leah Huffman, Sue Zubek, e Sue Robinson – per avermi consentito di superare i limiti della mia creatività e aver rappresentato questo lavoro nel più raffinato dei modi. Un particolare pensiero va al defunto Mr. Peter Sielaff di Quintessence Publishing di Berlino, che aveva avuto un ruolo fondamentale nella realizzazione della prima edizione di questa opera.

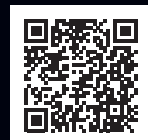
Infine, rendo onore e gloria al mio Signore e Salvatore, Gesù Cristo, mio mentore al di sopra di ogni altro mentore, che ha reso possibili tutti i miei progetti attraverso il suo amore benevolo. Egli mi ha anche dato la mia anima gemella, Geibi, e altri due doni, i nostri figli, Erine e Santiago. Nessuna di queste cose sarebbe stata possibile senza di loro.

Spero che voi possiate godere della lettura di questo libro e applicare i suoi contenuti per il bene dei vostri pazienti e per la gioia di dedicarvi all'odontoiatria restaurativa biomimetica.

Dio vi benedica!

Bibliografia

1. Sarikaya M. An introduction to biomimetics: A structural viewpoint. *Microsc Res Tech* 1994;27:360–375.
2. Slavkin HC. Biomimetics: Replacing body parts is no longer science fiction. *J Am Dent Assoc* 1996;127:1254–1257.
3. Mann S. The biomimetics of enamel: A paradigm for organized biomaterial synthesis. *Ciba Found Symp* 1997;205:261–269.



I quattro elementi...



1. SCIENZA. *La scienza deriva dal lavoro dell'uomo.*

Quindi, la scienza può essere imperfetta. Gli esseri umani possono sbagliare, e durante i numerosi step di un lavoro scientifico, si possono accumulare molte imperfezioni. L'interpretazione scientifica contribuisce all'ampliamento dei valori previsti. Mentre la scienza è innegabilmente necessaria alla crescita della conoscenza, potrebbe avere meno valore se non associata al buonsenso.

2. COMPETENZA. *L'esperienza è la TUA storia.*

Essa è fatta di conoscenza pratica, abilità o elementi che sono stati accumulati dall'osservazione diretta o dalla partecipazione ad eventi o ad attività particolari. L'esperienza potrebbe essere considerata come parte della scienza ma non è accettata di per sé come scienza, il che è una contraddizione dal momento che l'esperienza ha un valore inestimabile.

3. BUONSENSO. *Il buonsenso è posto da Dio nei vostri cuori.*

Il buonsenso è la capacità di prendere una buona decisione. Esso è basato sulla saggezza (sapere cosa si deve fare) e sulla discrezione (sapere quando e dove farla). Il buonsenso innesca ulteriori approfondimenti scientifici che altrimenti non hanno valore. Il buonsenso ti permette di osservare le situazioni nel modo in cui Dio fa.

Proverbi 3:21-22

*Caro amico, conserva lucidità di pensiero e buonsenso nella tua vita;
non perderli di vista neppure per un momento. Essi manterranno la tua anima viva
e in buona salute, ti manterranno in forma e piacevole.*

4. IL PAZIENTE!

La scienza, il buonsenso e l'esperienza possono portare ad uno specifico approccio terapeutico. È il paziente, tuttavia, attraverso il consenso informato, colui a cui spetta la grande responsabilità della decisione. I tempi terapeutici, la sostenibilità economica, la cultura e la storia potrebbero precludere una determinata terapia e richiedere un diverso approccio. I limiti del paziente e le sue preferenze devono essere sempre rispettati.

Pensiero di Albert Einstein: "Io voglio conoscere i pensieri di Dio... Il resto sono dettagli".

Scienza, esperienza, buonsenso e il paziente

È innegabile che noi viviamo in tempi molto intensi della storia dell'umanità. I tempi che verranno non promettono di essere facili, pertanto è più importante che mai aver fede. Una fede che dimostrerà che questo fragile mosaico di cui facciamo parte (ognuno di noi è un pezzo di vetro rotto) ha il potere di trasformare se stesso in un'opera d'arte eterna. In questo contesto, che sfida le nostre credenze, proviamo anche ad essere professionisti di alto livello. E bisogna ammetterlo: in odontoiatria la pletora di materiali e tecniche a nostra disposizione non si presenta senza sfide per la nostra "fede odontoiatrica". Quando un clinico cerca di trovare la propria strada attraverso una valanga di prodotti odontoiatrici, nuove tecnologie, pubblicazioni scientifiche discordanti ecc., è più importante che mai prendere in esame le proprie convinzioni, i propri valori e i principi fondamentali che lo renderanno capace di fare le scelte più appropriate. Quattro componenti sinergiche sono coinvolte nella decisione di un piano di trattamento ideale.

1. Scienza: il metodo scientifico è a priori la base fondamentale secondo cui un'ipotesi è verificata a vari livelli di evidenza (opinioni di esperti, test *in vitro*, case report, case serie, studi di coorte e studi randomizzati controllati, revisioni sistematiche e meta-analisi. Sfortunatamente l'approccio scientifico non è privo di errori. Le condizioni in cui vengono eseguiti gli studi non sempre rappresentano la realtà clinica quotidiana. L'etica medica non permette di standardizzare tutte le condizioni cliniche. Una moltitudine di variabili quali l'operatore, la natura della situazione clinica, le abitudini del paziente, ecc. "contaminano" i risultati. Pertanto, non è infrequente che l'ipotesi di ricerca sia confermata (nessuna differenza tra metodi/materiali testati e metodo di controllo), particolarmente con gli studi clinici che di default presentano una maggioranza di variabili non controllabili. In questo senso, gli

studi che combinano le simulazioni numeriche e i test *in vitro* rappresentano strumenti di ricerca considerevolmente vantaggiosi a causa delle estreme possibilità di standardizzazione.^{1,2} Sfortunatamente, tuttavia, questi ultimi non fanno parte della gerarchia ufficiale della medicina evidence-based.

2. Esperienza: è stato dimostrato che una delle variabili cliniche più significative è rappresentata dai clinici stessi e dalla loro capacità di padroneggiare un particolare approccio. In medicina, per esempio, uno studio che ha valutato gli stent carotidei ha chiaramente dimostrato che i pazienti di operatori esperti hanno meno rischi di complicanze.³ In odontoiatria, esistono dati simili riguardo alla performance dell'adesione sia *in vitro* che *in vivo*.^{4,5} I clinici che partecipano a molti corsi di formazione e sviluppano queste abilità tenderanno quindi a produrre risultati più affidabili.⁶

3. Buonsenso: è stato stabilito che molte azioni della pratica quotidiana mancano di evidenza scientifica di alto livello. La stessa comunità scientifica ammette l'esistenza di un "talking pig".⁷ È una parabola che spiega che il senso pratico deve essere riconosciuto persino nel metodo scientifico. Secondo questa parabola, un ricercatore ha ammaestrato un maiale a parlare. "È una follia?" diresti a te stesso. Ma noi portiamo questo maiale al vostro cospetto perché parli e il maiale dice "Buonasera" e prosegue per voi con una rassegna delle notizie del giorno. Si spera che voi siate sorpresi da questo fenomeno e non siate necessariamente interessati a verificarlo attraverso una selezione random di 100 suini. Il fatto che ogni maiale sia capace di parlare è la cosa importante. Secondo lo stesso principio, è possibile chiedersi se uno studio randomizzato sia necessario per dimostrare che l'uso di un paracadute possa prevenire la morte in caso di un disastro aereo.⁸ Questi esempi di "talking pig" dimostrano che il buonsenso deve essere usato in ogni circostanza. Non è infrequente che siano

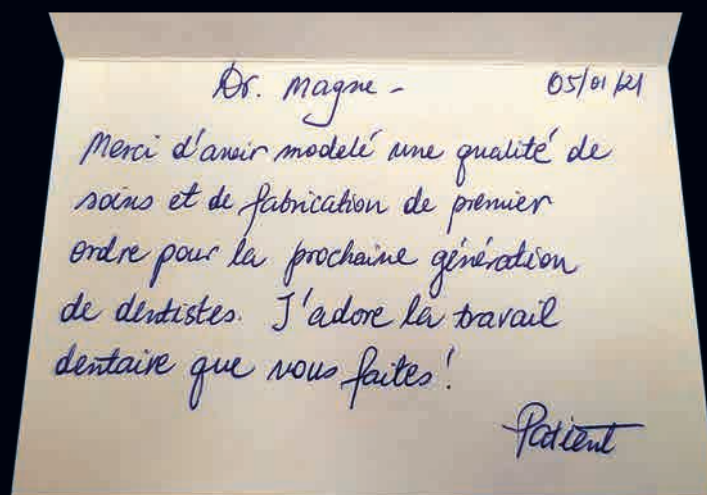
prodotti dati scientifici contrastanti, cosa che, quindi, richiede una decisione basata sull'esperienza e sul buonsenso.

4. Il paziente: infine, è alquanto possibile che la scienza, l'esperienza e il buonsenso mirino tutti alla stessa soluzione terapeutica. Tuttavia, il paziente potrebbe trovare impossibile perseguire

questa soluzione, per esempio per ragioni economiche o disponibilità. Una segmentazione del trattamento o un'alternativa "low cost" deve essere valutata, cosa che non necessariamente corrisponde alla soluzione ideale proposta dal team odontoiatrico. Ogni paziente presentato in questo libro è stato trattato tenendo presenti i QUATTRO elementi.

Bibliografia

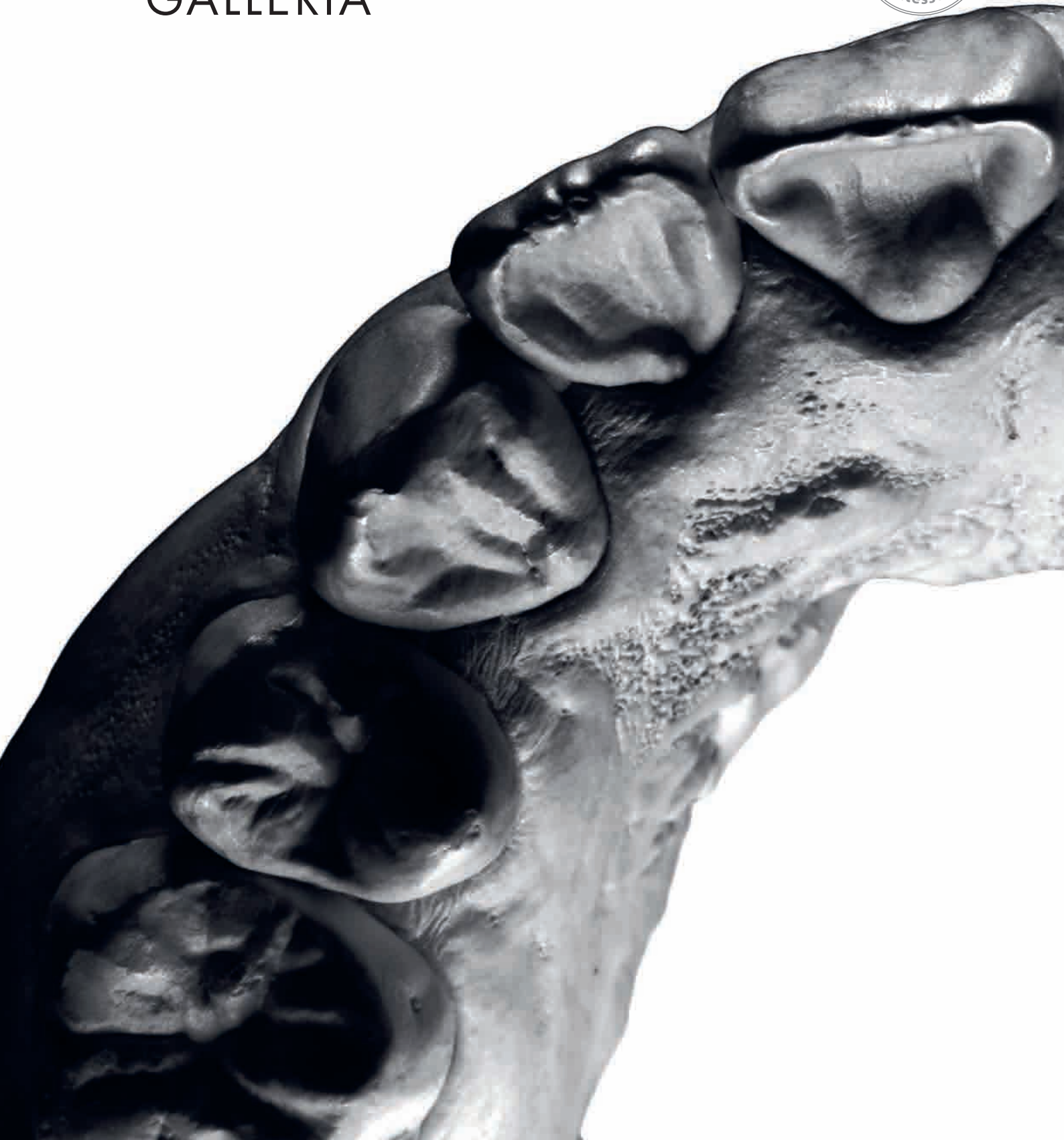
1. Koriath TW, Versluis A. Modeling the mechanical behavior of the jaws and their related structures by finite element (FE) analysis. *Crit Rev Oral Biol Med* 1997;8:90-104.
2. Magne P, Versluis A, Douglas WH. Rationalization of incisor shape: Experimental-numerical analysis. *J Prosthet Dent* 1999;81:345-355.
3. Calvet D, Mas JL, Algra A, et al; Carotid Stenting Trialists' Collaboration. Carotid stenting: Is there an operator effect? A pooled analysis from the carotid stenting trialists' collaboration. *Stroke* 2014;45:527-532.
4. Unlu N, Gunal S, Ulker M, Ozer F, Blatz MB. Influence of operator experience on in vitro bond strength of dentin adhesives. *J Adhes Dent* 2012;14:223-227.
5. Kemoli AM, van Amerongen WE, Opinya G. Influence of the experience of operator and assistant on the survival rate of proximal ART restorations: Two-year results. *Eur Arch Paediatr Dent* 2009;10:227-232.
6. Bouillaguet S, Degrange M, Cattani M, Godin C, Meyer JM. Bonding to dentin achieved by general practitioners. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2002;112:1006-1011.
7. Bandolier, "Evidence based thinking about health care." On knowledge and pigs (editorial). <http://www.bandolier.org.uk/band44/b44-1.html>.
8. Verkamp J. Why we should stop proving a parachute works in a RCT. *Eur Arch Paediatr Dent* 2010;11:216.



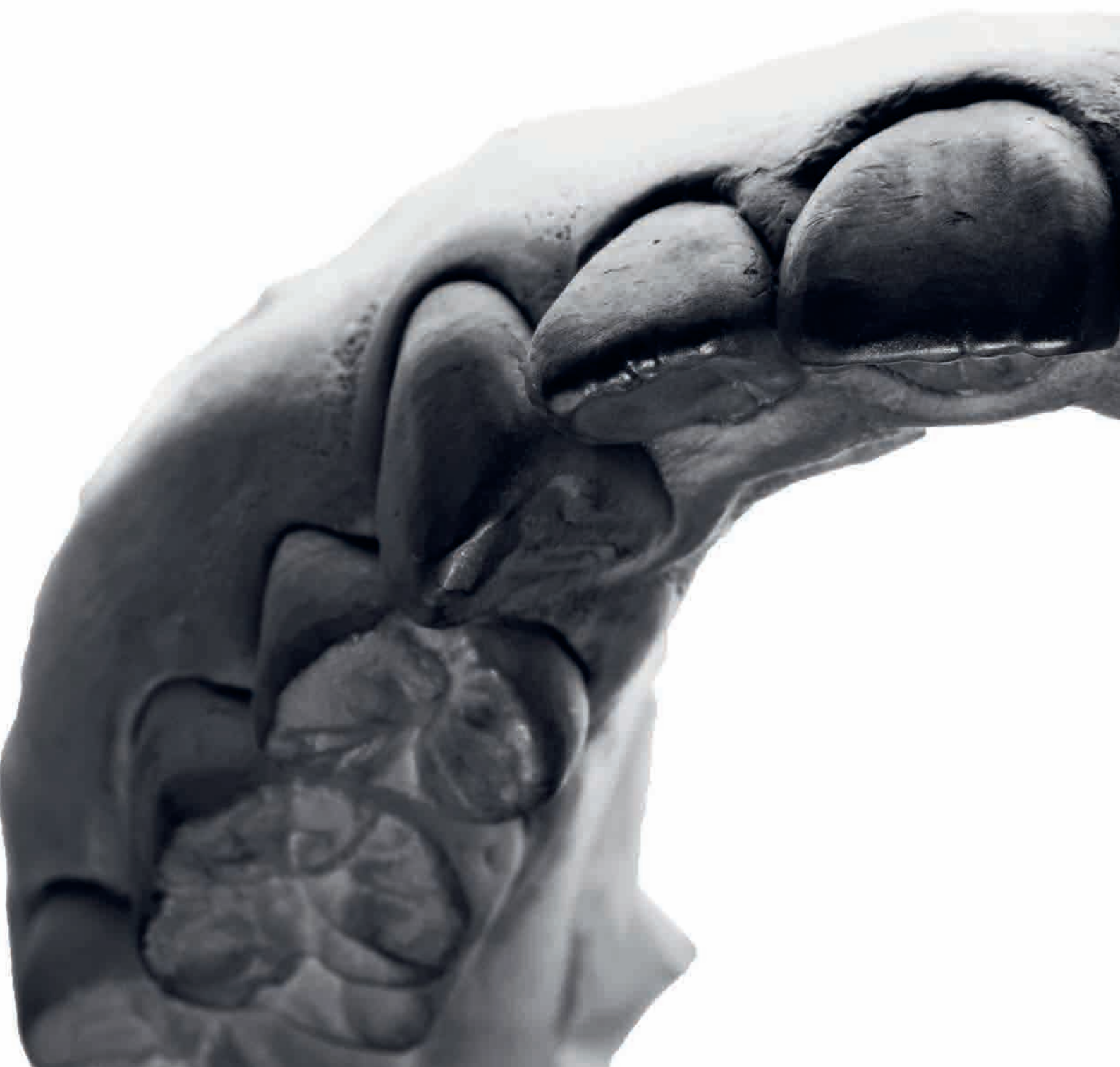
Dr. Magne, grazie per aver fornito terapie di qualità eccellente e maestria per le generazioni future di dentisti. Amo il lavoro che ha svolto.

Un paziente

GALLERIA







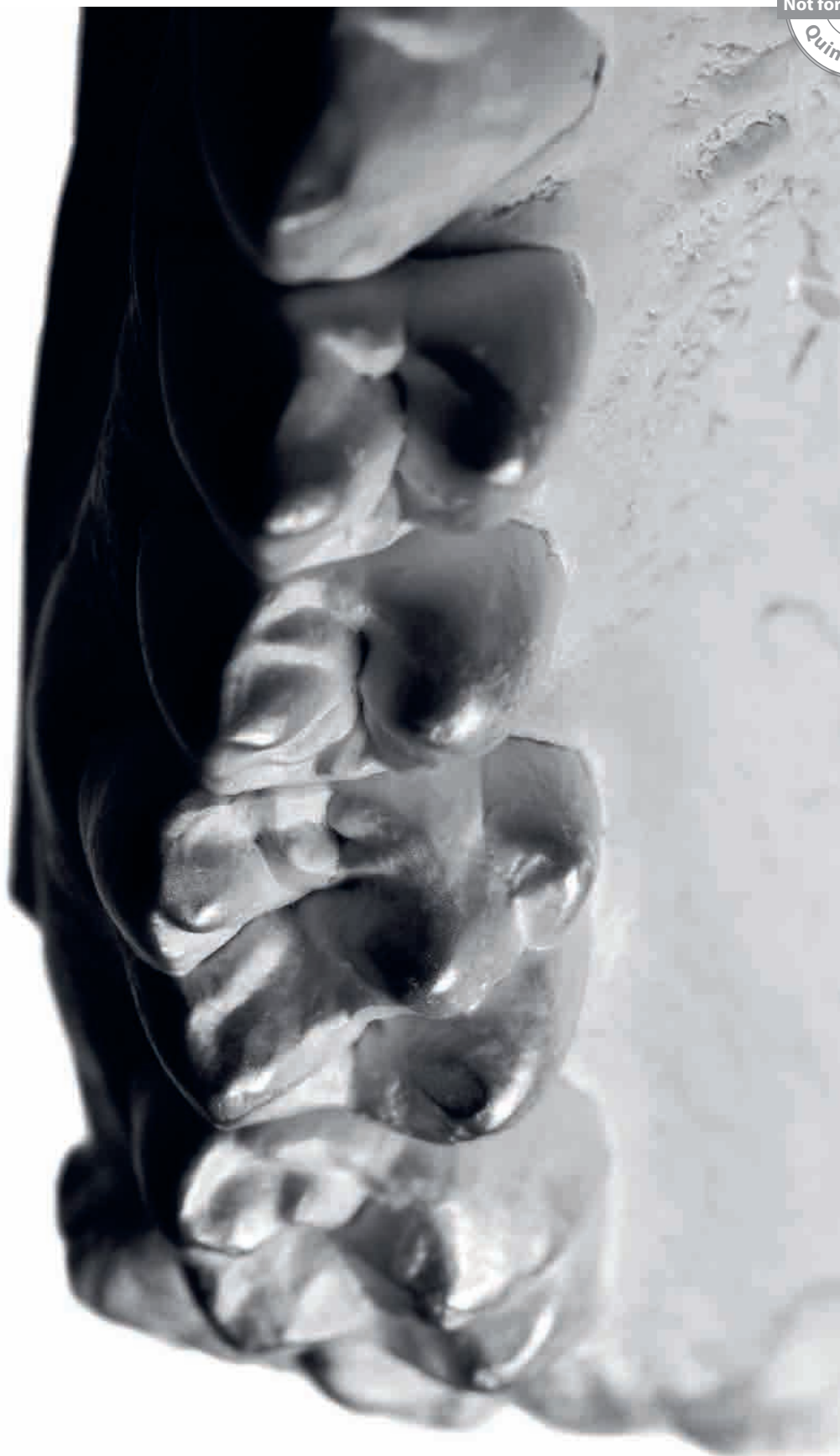




























1 COMPRENDERE IL DENTE NATURALE INTEGRO E IL PRINCIPIO BIOMIMETICO

Mimesi in ambito scientifico significa riprodurre o duplicare un modello, un riferimento. È necessario che i dentisti che vogliono sostituire ciò che è andato perduto raggiungano un consenso su quale sia il riferimento più corretto. Il riferimento accettato deve essere uguale per tutti i professionisti, e dovrebbe essere eterno e immutabile. Stabilito il riferimento, possono essere ideati e strutturati adeguati progetti di ricerca, principi validi e piani di trattamento razionali. Per il restauratore il riferimento indiscusso dovrebbe essere il dente naturale integro. Le rovine delle civiltà Inca in Sud America così come le mummie egizie¹ o i cosiddetti megaliti di "Stonehenge"² dimostrano questo antico principio: il numero, la forma e la struttura originali dei denti non sono cambiati. Mentre le patologie orali (infezioni, usura, parafunzioni) sono state influenzate dalle cangianti abitudini di vita della popolazione, la struttura originale dello smalto e della dentina non sembra essere cambiata rispetto a 5000-6000 anni fa. In questa prospettiva, è doveroso studiare e capire la straordinaria struttura del dente naturale prima di approfondire ulteriori concetti di odontoiatria restaurativa.



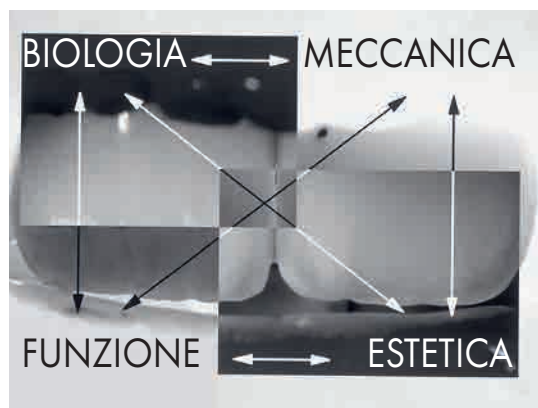
1.1 BIOLOGIA, MECCANICA, FUNZIONE ED ESTETICA

La performance fisiologica del dente naturale è il risultato di un'interazione intima ed equilibrata tra numerosi parametri biologici, meccanici e funzionali (Fig. 1-1a). L'estetica non dovrebbe essere la forza motrice del trattamento ma solo il risultato di tale interazione, la "ciliegina sulla torta". **La biologia è indubbiamente l'elemento fondamentale di questa equazione, pertanto bisognerebbe rivolgere il massimo impegno per preservare la vitalità del dente.** Elementi dentali trattati endodonticamente presentano sempre una prognosi più sfavorevole rispetto ad un dente vitale (cioè hanno un più alto rischio di frattura) indipendentemente dal tipo di restauro definitivo.³

I casi più istruttivi a supporto di queste complesse interazioni tra biologia, funzione, meccanica ed estetica sono i casi di traumi dentali come quelli illustrati nella figura 1-1. Il caro prezzo di un trauma può essere pagato sia in termini di fallimento meccanico, in caso di coinvolgimento del solo tessuto duro, sia di fallimento biologico, se è coinvolta anche la polpa. In entrambi i casi si ha un importante impatto sia sulla funzione che sull'estetica. Fortunatamente per il paziente presentato nella figura 1-1, **il trauma può essere trattato con tecniche semplici ed economiche⁴, che saranno ampiamente trattate nel capitolo 3**

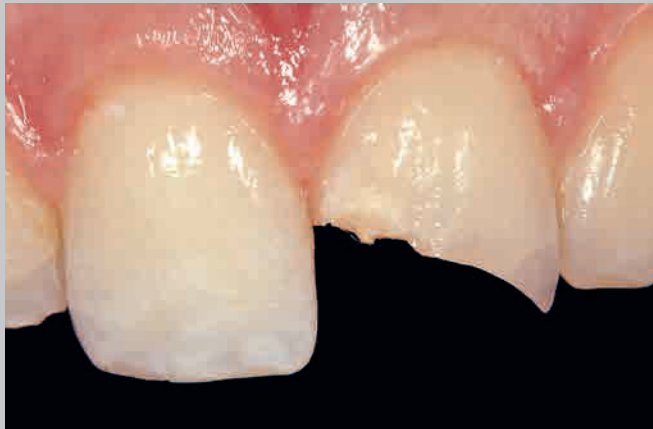
(es., **reincollaggio del frammento dell'incisivo centrale di sinistra e trattamento endodontico e sbiancamento interno dell'incisivo centrale di destra**). Tuttavia, si potrebbe sollevare un quesito clinico: cosa sarebbe accaduto a questi incisivi centrali se al momento del trauma non fossero stati integri ma precedentemente restaurati con due corone totali estremamente rigide (es., metallo-ceramica [PFM] o ceramiche integrali)? I test eseguiti *in vitro* sotto carico statico dimostrano che gli elementi dentali restaurati con corone rigide e indeformabili presentano più frequentemente fratture radicolari profonde e spesso non restaurabili.⁵ Al contrario, una più fragile corona a giacca in ceramica cementata adesivamente spesso si frattura lasciando intatta la struttura dentale residua. Una parziale frattura della corona potrebbe essere auspicabile se si considera che l'energia dissipata durante la frattura potrebbe prevenire un danno biologico più profondo o un danno radicolare.

Considerando i suddetti parametri, è essenziale chiedersi: **è meglio ricercare un restauro resistente e rigido o ricercare delle modalità di trattamento che riproducano il comportamento biomeccanico del dente naturale integro? Un restauro più resistente e più rigido potrebbe non essere sempre preferibile.**



1-1a

FIG. 1-1 Performance fisiologica dei denti. (a) Il comportamento dei denti è il risultato di un intricato puzzle fisiologico che comprende la biologia, la meccanica, la funzione e l'estetica. (b-h) Caso esemplificativo: l'incisivo centrale superiore di sinistra si è fratturato in seguito ad un trauma che ha interessato entrambi gli incisivi superiori (b). Il frammento dentale è stato recuperato (c). La situazione è potenzialmente compromessa da un'esposizione pulpare (d). Dopo aver eseguito l'incappucciamento diretto sotto diga di gomma, **il frammento dentale è stato reincollato alla superficie dentale residua** (vedi Fig. 3-24). L'immagine postoperatoria ad una settimana mostra una situazione favorevole (e). Tuttavia, dopo 1 mese, sono comparsi i segni di un danno pulpare a carico dell'incisivo centrale superiore di destra non fratturato (f). L'importante discromia organica è stata completamente risolta attraverso lo sbiancamento interno (**tecnica del "walking bleach", vedi Figg. 3-17 – 3-19**) dopo avere eseguito la terapia endodontica. (L'indicazione alla terapia endodontica è stata data solo dalla presenza di sintomi e di segni radiografici.) Il dente è stato sbiancato leggermente in eccesso per compensare la recidiva iniziale del colore (g). L'immagine postoperatoria a 5 anni mostra risultati stabili (h). (Figg. b-g riprodotte per gentile concessione di Magne e Magne.⁴)



1-1b



1-1c



1-1d



1-1e



1-1f



1-1g



1-1h

5 aa

1.2 COMPLIANCE IDEALE E FLESSIBILITÀ

Quanto descritto nel paragrafo precedente richiede un concetto di grande e naturale protezione propria del dente naturale, chiamata *compliance* o *flessibilità*. Questa caratteristica⁶ è essenziale poiché consente alla struttura di assorbire l'energia generata da una forza. In altre parole, una struttura "compliant" sottoposta ad un carico ammortizzerà l'impatto improvviso attraverso una propria deformazione elastica. Fino ad un determinato punto, maggiore è la "compliance o resilienza", migliore è la prognosi. Questa capacità di assorbire energia senza andare incontro ad un danno permanente è tipica del dente naturale e può essere considerata come un riferimento. In questo comportamento biomeccanico del dente, la dentina è l'elemento chiave. Le figure 1-2a,b mostrano la forma e la struttura di tali essenziali componenti resilienti. È stato dimostrato da Stokes e Hood⁵

che un dente anteriore integro sottoposto a un carico può sopportare una forza maggiore rispetto allo stesso dente restaurato con diversi tipi di corone totali. Nonostante la resilienza costituisca un'importante protezione attraverso l'assorbimento di energia, un'eccessiva elasticità potrebbe rendere la struttura troppo debole (Fig. 1-2b, *a sinistra*). Il core di dentina da solo, privo del suo rivestimento rigido esterno quale è lo smalto, sarebbe funzionalmente inadeguato (Fig. 1-2b, *a destra*).

In questa prospettiva, i denti naturali, attraverso l'ideale combinazione di smalto e dentina, dimostrano un perfetto e ineguagliabile equilibrio tra rigidità, resistenza e resilienza. Le procedure restaurative e l'alterazione di tale integrità strutturale possono portare rapidamente ad un'alterazione di questo delicato equilibrio.



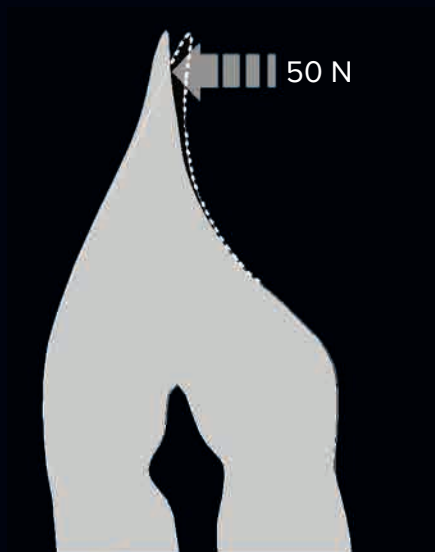
1-2a

FIG. 1-2 Componente resiliente dei denti. Un dente estratto è stato trattato con acidi particolari per eliminare il rivestimento di smalto (*a*) ed esporre il core di dentina (*a sinistra*, superficie prossimale; *a destra*, superficie palatale). Il volume di smalto perso è visibile nella figura *b*. Il solo core di dentina è troppo debole e la flessione prodotta da un carico di 5 Kg può essere percepita a occhio nudo (*b*, in basso *a sinistra*, dislocamento del margine incisale di circa 0,5 mm). Il rivestimento di smalto fornisce alla corona del dente una sufficiente resistenza alla flessione (*b*, in basso *a destra*, spostamento del margine incisale di circa 0,1 mm). (I diagrammi in basso nella figura *b* sono stati riprodotti con il metodo degli [elementi finiti](#); vedi anche [Figg. 1-5 – 1-9](#).)

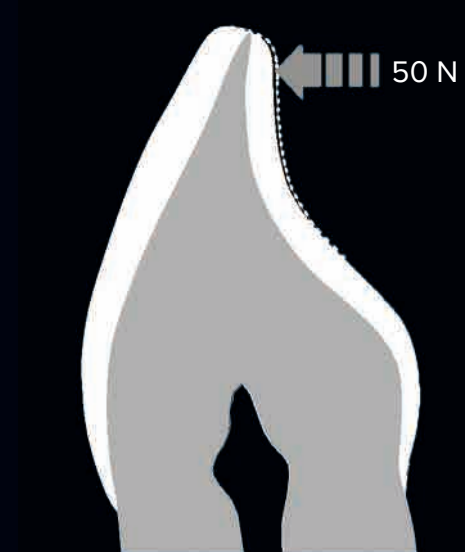
DENTINA



DENTINA + SMALTO



DENTINA



DENTINA + SMALTO



1-2b

1.3 MORFOLOGIA RAZIONALE DEL DENTE ANTERIORE

Spostandoci lungo l'arcata dentale dai settori posteriori ai settori anteriori si verifica un processo di "incisivizzazione", cioè di trasformazione del molare in incisivo (Fig. 1-3a) per cui il tavolato occlusale è gradualmente sostituito dal margine incisale, il quale presenta una chiara funzione di taglio.

Anatomicamente, gli incisivi presentano una marcata differenza tra la morfologia della superficie vestibolare e quella della superficie palatale. La superficie vestibolare della corona è piuttosto liscia e con contorni convessi, mentre quella palatale presenta una profonda concavità che si estende assialmente dal cingolo al margine incisale e lateralmente fino alle pronunciate creste interprossimali (Fig. 1-3b). Questa forma fa sì che l'incisivo agisca come una sorta di lama, che indubbiamente gioca un ruolo importante

nell'efficienza di taglio del dente. In alcuni casi, lobi verticali a partenza dal cingolo interrompono la concavità palatale. Il terzo cervicale presenta inoltre lo strato più sottile di smalto, a sua volta supportato dallo strato più spesso di dentina. Al contrario, lo spesso smalto incisale è supportato da una parete di dentina sottile.

I canini hanno una diversa morfologia. Il cingolo è largo e le creste marginali sono fortemente sviluppate. Questi elementi, tutti convessi, convergono e non esiste una vera e propria fossa palatale (Figg. 1-3b,d). La peculiarità della sua struttura sarà spiegata più avanti contestualmente alla funzione strategica di questo elemento.

La forma dei denti anteriori sarà trattata in dettaglio nel capitolo 2 (paragrafo 2.2, criterio 8, Figg. 2-5, 2-6).



1-3a



1-3b



1-3c



1-3d



FIG. 1-3 Anatomia di base dei denti anteriori. Immagini comparative che mostrano le superfici funzionali di denti estratti. Le superfici palatali dei canini (*a, al centro; b, a destra; c, d*) mostrano curvature estremamente morbide e convesse se confrontate con le concavità degli incisivi (*b, a sinistra*).

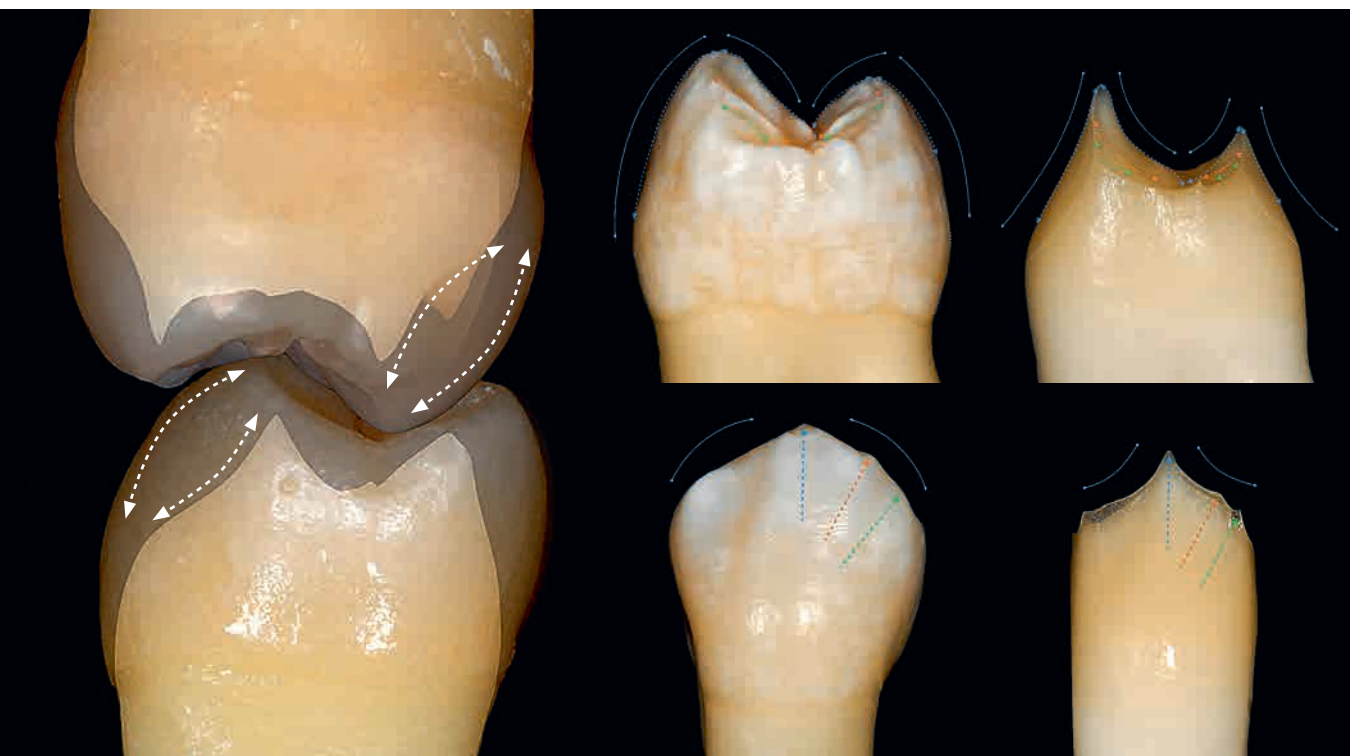
1.4 MORFOLOGIA RAZIONALE DEL DENTE POSTERIORE

Mentre la funzione principale dei denti anteriori è quella di tagliare e strappare il cibo, la funzione principale dei denti posteriori è di tritare il cibo in frammenti piccoli che possano essere deglutiti e digeriti.

Il processo di masticazione è reso possibile dalla corretta intercuspidazione (Fig. 1-4a). La robusta macrostruttura di ogni cuspid è data dai contorni delle superfici di smalto, arrotondate e chiaramente convesse, sia a livello della superficie esterna che della giunzione smalto-dentina (DEJ).⁷

I margini della dentina, d'altra parte, sono concavi e netti. Mentre la superficie dello smalto è attraversata da profondi solchi di sviluppo e fessure, la superficie dentinale a livello della DEJ è piuttosto liscia (Figg. 1-4b-d).

La forma dei denti posteriori sarà trattata in dettaglio nel capitolo 2 (paragrafo 2.4, criterio 8, Figg. 2-21 – 2-28).



1-4a

FIG. 1-4 Anatomia di base dei denti posteriori. (a, sinistra) Denti posteriori antagonisti in posizione di massima intercuspidazione. Si osservi lo smalto più spesso biconvesso a livello delle cuspidi di stampo (*frecce tratteggiate*), sia nei superiori che negli inferiori, così come i margini netti della dentina sottostante ai vertici delle cuspidi. (a, destra) Premolari superiori: superficie interprossimale (*in alto*) e vestibolare (*in basso*) con e senza smalto. (b, c) Molari inferiori ottenuti da ricostruzione 3D basata sui dati di una micro-TC. Notare la ampia base delle cuspidi di stampo e i versanti cuspidali concavi della dentina. (d) Premolari superiori ottenuti da ricostruzione 3D basata sui dati di una micro-TC. (Fig. a riprodotta per gentile concessione di Bazos e Magne.⁷)

